



**Universidade de  
Aveiro  
2011**

Departamento de Engenharia Civil

**Francisco Claro da  
Silva Carneiro**

**Avaliação de riscos: Aplicação a um processo de  
construção**



**Universidade de  
Aveiro  
2011**

Departamento de Engenharia Civil

**Francisco Claro da  
Silva Carneiro**

**Avaliação de riscos: Aplicação a um processo de  
construção**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil, realizada sob a orientação científica da Professora Doutora Maria Fernanda da Silva Rodrigues, Professora Auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro e co-orientação do Professor Doutor José Claudino de Pinho Cardoso, Professor Associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho à minha esposa, família e amigos por todo o apoio demonstrado.

## **o júri**

presidente

**Professor Doutor Paulo Barreto Cachim**

professor associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

**Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista**

professor auxiliar Departamento de Engenharia de Minas - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

**Professora Doutora Maria Fernanda da Silva Rodrigues**

professora auxiliar do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

**Professor Doutor José Claudino de Pinho Cardoso**

professor associado do Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

À Universidade de Aveiro pela oportunidade de aqui, não só me formar, mas também desenvolver como pessoa.

Em seguida, agradecer às três pessoas que permitiram que este momento se concretizasse, incentivando-me nos piores momentos desta caminhada e dando-me sempre todo o seu apoio e compreensão quando os resultados obtidos não eram os melhores. A eles, à minha esposa e aos meus Pais, o meu eterno agradecimento.

Gostaria de agradecer, em seguida, à Professora Doutora Fernanda Rodrigues, orientadora deste trabalho, pelo apoio, orientação e disponibilidade sempre demonstrada.

Muito Obrigado!

**palavras-chave**

Avaliação de riscos, abastecimento de água, riscos, perigos, Pipe bursting.

**resumo**

A avaliação de riscos tem uma enorme importância na manutenção da segurança durante a execução de todas as actividades. Este processo permite identificar cenários onde possam ocorrer acidentes, estimar a frequência com que esses acidentes podem acontecer, bem como a sua gravidade, caso as medidas preventivas não sejam implementadas.

Com este trabalho pretende-se apresentar uma síntese dos métodos de avaliação de riscos utilizados para identificar perigos, eliminá-los ou minimizá-los, para que dessa forma se garanta a segurança e a integridade física dos trabalhadores.

Neste contexto, efectuou-se a avaliação de riscos relativa à remodelação de uma conduta de abastecimento de água para uma empreitada realizada para a empresa Águas do Porto E.M.. Compararam-se dois processos construtivos de instalação de condutas de água – processo tradicional vs processo *Pipe Bursting* – com o objectivo de se determinar qual dos dois seria o mais vantajoso em termos de segurança no trabalho.

A avaliação realizada permite concluir que, apesar do grau de risco em ambos os processos ser idêntico, o processo construtivo por *Pipe Bursting* tem menos riscos associados quando comparado ao processo tradicional. O facto de ambos os processos apresentarem uma percentagem elevada no grau de risco Mortal, obrigará a procurar outras soluções de forma a contornar este problema.

**keywords**

Risk assessment, water supply, risks, hazards, Pipe bursting.

**abstract**

The risk assessment is of great importance in maintaining security during the execution of all activities. This process allows identifying scenarios where accidents occur, estimate the frequency with which these accidents can happen as well as its severity, if preventive measures are not implemented.

This work is intended to present a summary of risk assessment methods used to identify hazards, eliminate them or minimize them, to ensure the safety of workers.

In this context, was carried out the risk assessment of a supply water system refurbishment of Águas do Porto E.M. Two construction processes to install water pipes - the traditional process vs. Pipe Bursting process were compared, with the aim of determining which one would be more advantageous in terms of safety.

The evaluation shows that, although the degree of risk in both cases is identical, the constructive process by Pipe Bursting has fewer risks when compared to the traditional process. It was concluded that both processes show a high proportion in the degree of fatal risk that forces to seek alternative solutions in order to minimize them.

# Índice

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
1.1. ENQUADRAMENTO.....	16
1.2. OBJECTO DE ESTUDO .....	16
1.3. JUSTIFICAÇÃO DO TEMA.....	16
1.4. OBJECTIVOS.....	17
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	17
<b>2. AVALIAÇÃO DE RISCOS .....</b>	<b>20</b>
2.1. PERSPECTIVA HISTÓRICA .....	20
2.2. CONCEITO DE PERIGO .....	21
2.3. CONCEITO DE RISCO .....	21
2.4. AVALIAÇÃO DE RISCOS.....	22
2.4.1. Análise e Valorização do Risco.....	23
2.4.2. Tipologia dos Métodos.....	26
2.4.2.1. Métodos Qualitativos.....	26
2.4.2.2. Métodos Semi-quantitativos .....	26
2.4.2.3. Métodos Quantitativos.....	27
2.4.3. Etapas da avaliação de riscos .....	27
2.5. GESTÃO DO RISCO .....	29
<b>3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS .....</b>	<b>32</b>
3.1. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO QUANTITATIVOS E SEMI-QUANTITATIVOS.....	32
3.1.1. Método What If...?.....	32
3.1.2. Método da Matriz de Falhas .....	33
3.1.3. Melhoramento do Método da Matriz de Falhas.....	34
3.1.4. Método de William Fine.....	36
3.1.5. Sistema Simplificado de Avaliação de Riscos de Acidente: NTP 330.....	39
3.1.6. Análise do Modo de Falhas e Efeitos (FMEA) .....	50
3.1.7. Análise Preliminar de Riscos (APR) .....	52
3.1.8. Hazop – Hazard and Operability Studies .....	54
3.1.9. Árvore de Falhas (FTA) .....	57



3.1.10.	Método Miarao .....	60
3.2.	SÍNTESE COMPARATIVA .....	65
<b>4.</b>	<b>CASO DE ESTUDO .....</b>	<b>70</b>
4.1.	ENQUADRAMENTO.....	70
4.2.	DESCRIÇÃO DAS ZONAS DE INTERVENÇÃO E TRABALHOS A DESENVOLVER .....	70
4.2.1.	Descrição da rede .....	70
4.3.	INSTALAÇÃO DA CONDUTA DE ÁGUA: MÉTODO TRADICIONAL .....	72
4.3.1.	Descrição dos trabalhos.....	72
4.4.	INSTALAÇÃO DA CONDUTA DE ÁGUA POR REBENTAMENTO DA CONDUTA: PIPE BURSTING.....	73
4.4.1.	Descrição dos trabalhos.....	73
4.4.2.	Preparação do by-pass .....	73
4.4.3.	Substituição por rebentamento (Pipe-Bursting) .....	74
4.4.4.	Ramais de Distribuição Domiciliários (Pipe-Bursting).....	75
4.5.	AVALIAÇÃO DE RISCOS.....	76
4.5.1.	Avaliação de riscos das actividades.....	76
4.5.2.	Análise e discussão de resultados.....	88
4.5.2.1.	Análise de resultados: método tradicional .....	88
4.5.2.2.	Análise de resultados: Pipe Bursting .....	89
4.5.3.	Comparação de resultados.....	90
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS.....</b>	<b>92</b>
<b>6.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>96</b>

# Índice de Figuras

Figura 1 - Representação gráfica do risco (Felix, 2009) .....	22
Figura 2 - Tipos de Métodos de análise de risco (adaptado de Carvalho, 2007).....	25
Figura 3 - Fases de um processo de gestão de risco profissional (Roxo, 2003).....	29
Figura 4 – Aspecto característico de uma Árvore de falhas (Freitas, 2008) .....	60
Figura 5 – Árvore de processos (Antunes, 2009) .....	61
Figura 6 – Planta da rede executada .....	71
Figura 7 – Esquema explicativo do processo Pipe bursting .....	73
Figura 8 – Poço de ataque .....	74
Figura 9 – Fases do rebentamento .....	75
Figura 10 – Esquema do processo de rebentamento de condutas .....	75
Figura 11 – Instalação da conduta de água pelo método tradicional: incidência dos graus de risco. ....	88
Figura 12 - Instalação da conduta de água pelo método Pipe bursting: incidência dos graus de risco.....	89

# Índice de Tabelas

Tabela 1 – Métodos de avaliação de Riscos (adaptado Gould, 2005).....	28
Tabela 2 – Formulário de registo de identificação de perigos (Freitas, 2003) .....	33
Tabela 3 – Representação da matriz de falhas (Freitas, 2003) .....	34
Tabela 4 – Matriz de análise melhorada (Cabral, 2010).....	35
Tabela 5 – Consequências dos acidentes (Freitas, 2008) .....	37
Tabela 6 – Exposição aos acidentes (Freitas, 2008) .....	38
Tabela 7 – Probabilidade de acidente (Freitas, 2008) .....	38
Tabela 8 – Índice de risco e prioridade de intervenção segundo a magnitude do risco obtida (Freitas, 2008) .....	38
Tabela 9 – Factor custo (Fc) (Freitas, 2008) .....	39
Tabela 10 – Grau de correcção(Freitas, 2008) .....	39
Tabela 11 – Riscos de golpes, cortes e projecções com ferramentas manuais (Freitas, 2008).....	44
Tabela 12 – Determinação do nível de deficiência (adaptado Belloví e Malagón, s/ data) .....	45
Tabela 13 – Determinação do nível de exposição (adaptado Belloví e Malagón, s/ data) .....	45
Tabela 14 – Determinação do nível de probabilidade (adaptado Belloví e Malagón, s/ data).....	46
Tabela 15 – Significado dos diferentes níveis de probabilidade (adaptado Belloví e Malagón, s/ data) .....	47
Tabela 16 – Determinação do nível de consequências (adaptado Belloví e Malagón, s/ data).....	48
Tabela 17 – Cálculo do nível de risco e de intervenção (adaptado Belloví e Malagón, s/ data).....	49
Tabela 18 – Significado do nível de intervenção (adaptado Belloví e Malagón, s/ data) .....	50
Tabela 19 – Formulário de aplicação do APR (Freitas, 2008) .....	54
Tabela 20 – Simbologia utilizada no método Árvore de falhas (Freitas, 2008).....	58

Tabela 21 - Tabela de identificação de aspectos e de avaliação de impactes (Antunes, 2009).....	63
Tabela 22 – Parâmetros do índice de risco (Antunes, 2009).....	63
Tabela 23 – Níveis de índice de risco (Antunes, 2009).....	64
Tabela 24 - Parâmetros de avaliação para os riscos de segurança e higiene ocupacionais (Antunes, 2009).....	64
Tabela 25 – Síntese comparativa dos métodos apresentados. ....	65
Tabela 26 - Instalação de conduta de água pelo método tradicional: frequência dos graus de risco. ....	88
Tabela 27 – Instalação da conduta de água pelo método Pipe bursting: frequência dos graus de risco.....	89

## Índice de siglas e acrónimos

AR	Avaliação de Riscos
EPC	Equipamento de protecção colectiva
EPI	Equipamento de protecção individual
INE	Instituto Nacional de Estatística
IPQ	Instituto Português da Qualidade
IR	Índice de Risco
ISO	International Organization for Standardization
NC	Nível de consequência
ND	Nível de deficiência
NE	Nível de exposição
NP	Nível de probabilidade
NPA	Número de pessoas afectadas
NTP330	Sistema simplificado de avaliação de riscos de acidentes
PCS	Procedimentos e condições de segurança
R	Magnitude do risco
SIF	Sistemas de informação e formação
SST	Segurança e Saúde no Trabalho

# **Capítulo 1 – Introdução**

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Enquadramento

A segurança no sector da construção tem sido desvalorizada e, por isso, tem apresentado um avanço lento. Este sector continua como um dos sectores mais perigosos para se poder trabalhar. As estatísticas do INE mostram que os trabalhadores da construção civil estão aproximadamente cinco vezes mais em risco de morte e duas vezes mais de ficarem seriamente feridos em comparação com os restantes sectores de trabalho e, por essa razão, torna-se necessário desenvolver outros processos construtivos que possam diminuir os perigos/riscos associados a um trabalho (AEP, 2010). A avaliação de riscos constitui a base de uma gestão eficaz da segurança e saúde no trabalho sendo a chave para a redução dos acidentes relacionados com o trabalho, bem como das doenças profissionais. Quando bem executada, a avaliação de riscos possibilita a melhoria da segurança e saúde no trabalho, mas também do desempenho da empresa, em geral (Ophir, 2009).

## 1.2. Objecto de estudo

Este trabalho compara os perigos e os riscos existentes nos processos construtivos de uma remodelação de conduta de água, pelo método tradicional e pela técnica de Pipe Bursting.

## 1.3. Justificação do tema

A necessidade de inovar e de se implementarem novas metodologias no sector da construção, com menos perigos e riscos associados e, consequentemente redução de custos, justifica o desenvolvimento deste trabalho. Será útil para o sector da construção comparar vantagens e desvantagens dos métodos em análise, para que na prática se possa optar pelo melhor em termos de segurança, celeridade e redução de custos.

### 1.4.Objectivos

Os objectivos desta dissertação são:

- Analisar métodos de avaliação de riscos;
- Aplicar um método de avaliação de riscos a processos construtivos de remodelação de condutas de abastecimento de água;
- Comparar os valores dos níveis de risco obtidos na avaliação.

Para alcançar este objectivo foi utilizado um método de avaliação de riscos que permite estabelecer um conjunto de procedimentos que vise:

- Determinar qualitativa e quantitativamente os riscos nas várias tarefas de uma determinada actividade;
- Definir as etapas de cada actividade, monitorizá-las e controlá-las.

### 1.5.Estrutura do trabalho

O trabalho está dividido em cinco capítulos incluindo a presente introdução.

O capítulo 1 “Introdução” inclui o enquadramento, o objecto de estudo, a justificação da escolha do tema, a definição dos objectivos e a estrutura do trabalho.

No capítulo 2, “Avaliação de Riscos”, faz-se o enquadramento histórico e a descrição de alguns métodos de avaliação de riscos existentes.

No capítulo 3, “Métodos de Avaliação de Riscos”, estão descritas as metodologias aplicadas na avaliação de risco, justificando-se ainda a escolha de um desses métodos para aplicação no caso de estudo.

No capítulo 4, “Caso de Estudo”, são elaboradas as tabelas de avaliação, segundo o método escolhido para a valoração do risco, e procede-se à análise e discussão dos resultados obtidos na avaliação dos riscos associados às técnicas de construção das



actividades de abertura de valas, assentamento de tubagem, *Pipe Bursting* e pavimentações.

No capítulo 5, “Conclusões e Perspectivas Futuras”, descrevem-se as conclusões relativas à comparação dos processos construtivos de instalação de conduta de água pelo método tradicional e pelo método *Pipe Bursting*. Referem-se ainda outros aspectos relativos ao método *Pipe Bursing* que poderão ser estudados no futuro de forma a concluir se este constitui, com certeza, uma melhoria em relação ao tradicional.

## **Capítulo 2 – Avaliação de Riscos**

## 2. AVALIAÇÃO DE RISCOS

### 2.1. Perspectiva Histórica

Segundo Nunes (2009), a avaliação de riscos no local de trabalho teve início após meio século do início da Revolução Industrial, em Inglaterra, devido à preocupação relativa à prevenção de acidentes de trabalho e outros factores de risco, frequentes nos ambientes das primeiras indústrias. Foi nessa altura que surgiram as primeiras leis no âmbito da segurança social.

Foi, no entanto, nos Estados Unidos da América, que o movimento prevencionista se radicou e se desenvolveu devido às acções conjuntas entre governo, empresários e especialistas.

Em 1928, o *American Engineering Council* já fazia referência à relação existente entre os custos indirectos e directos dos acidentes e atribuía aos custos indirectos o pagamento de salários improdutivos, perdas financeiras, redução de rendimento da produção, etc.

Em 1931, H. W. Heinrich publicou um estudo relativo aos custos indirectos e directos dos acidentes de trabalho, onde apresentou um método para o estudo das causas dos acidentes, que ficou conhecido por teoria do dominó. Baseava-se num efeito de causalidade, que determinava um acidente como um conjunto sequencial de cinco factores (Nunes, 2009):

- Ascendência e ambiente social;
- Falha humana;
- Acto inseguro ou condição perigosa;
- Acidente;
- Dano pessoal.

Em 1947, R. H. Simonds propôs um método para o cálculo dos custos associados a quatro tipos de acidentes que provocavam lesões incapacitantes, casos de assistência médica, casos de primeiros socorros e acidentes sem lesões.

Em 1953, a Conferência Internacional do Trabalho definiu na Recomendação n.º 97 dois métodos básicos para a protecção da saúde dos trabalhadores: o acompanhamento

médico de cada trabalhador e medidas técnicas para prevenir, reduzir e eliminar riscos do ambiente de trabalho.

Em 1966, Frank E. Bird Jr. publicou os resultados de um estudo, que analisou 90 mil acidentes ocorridos numa empresa siderúrgica durante 7 anos.

De acordo com a descrição cronológica anterior verifica-se que os estudos efectuados e as medidas deles decorrentes tiveram como impulso os custos que os acidentes provocavam. No entanto, com o desenvolvimento industrial e social registado, as necessidades ganharam outro propósito, tendo nos finais do século XX, a prevenção da exposição a um factor de risco possível, causador de lesão ou de doença profissional, se tornado na meta a alcançar no que diz respeito à segurança e saúde no trabalho.

### **2.2. Conceito de Perigo**

Por perigo entende-se “fonte, situação, ou acto com potencial para o dano em termos de lesão ou afecção da saúde, ou uma combinação destes” (NP 4397: 2008). Remete para algo com potencial para causar dano, podendo esse potencial de perigo ser quantificado. Um perigo não conduz necessariamente a danos, mas a existência de um perigo significa a possibilidade de ocorrerem danos (Hammer, 1989).

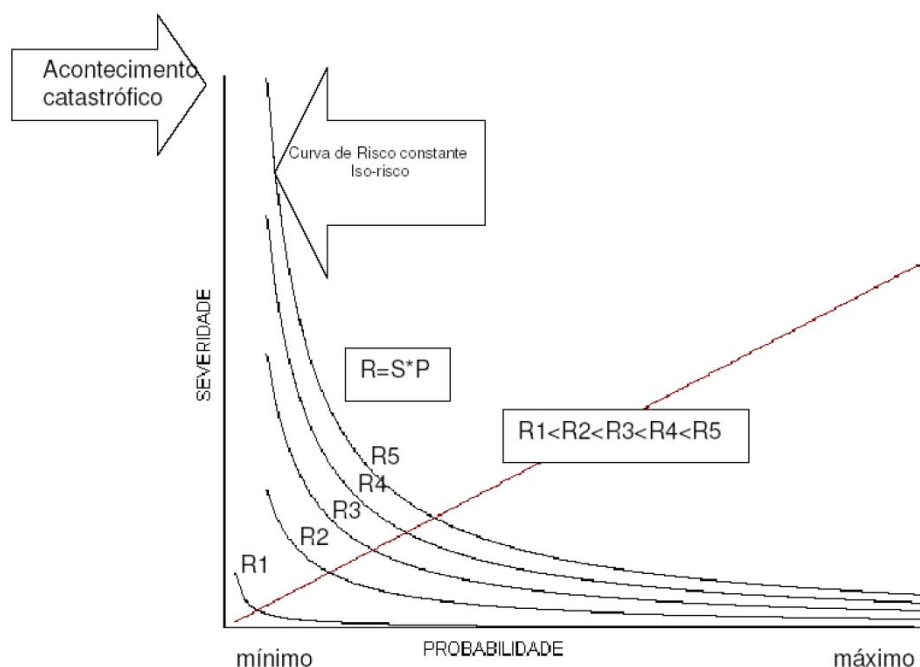
### **2.3. Conceito de Risco**

O risco em contexto laboral pode ser interpretado como a combinação da probabilidade de ocorrência de um acontecimento perigoso ou exposição a um factor de risco com a severidade da lesão ou doença que pode ser causada pelo acontecimento ou exposição (OHSAS 18001:2007).

Segundo Roxo (2003), o risco responde à necessidade de lidar com situações de perigo futuro, isto é, que ele pode ser medido pela combinação das consequências do acontecimento e da possibilidade deste ocorrer (probabilidade ou frequência).

O risco é entendido como uma combinação da probabilidade e da(s) consequência(s) da ocorrência de um determinado acontecimento perigoso (Holt, 2001). Graficamente pode-se representar o risco num gráfico bidimensional, em que num dos eixos é representada a probabilidade ou frequência de ocorrência de um determinado perigo e

no outro eixo a severidade ou consequência dessa ocorrência. No caso de se efectuar uma análise quantitativa do risco, as curvas de igual risco são hipérbolas equiláteras, conforme se representa na Figura 1.



**Figura 1 - Representação gráfica do risco (Felix, 2009)**

Podem-se considerar aceitáveis os riscos até à curva R2, os riscos com valores entre R2 e R3 serão provisoriamente aceitáveis condicionalmente e os riscos com valores superiores a R3 são inaceitáveis.

A partir dessas curvas, torna-se possível construir uma Matriz de Risco, que permite a passagem de uma análise contínua de valores de risco para uma análise descontínua desses valores. Para se obterem esses valores, é também necessário definir a Severidade e a Probabilidade através de valores descontínuos (Felix, 2009).

### 2.4. Avaliação de riscos

A terminologia usada na avaliação de riscos nem sempre é clara e por vezes os conceitos assumem diferentes significados originando alguma confusão.

De forma simples, a avaliação de riscos pode ser definida como o conjunto de técnicas e ferramentas usadas para identificar, estimar, avaliar, monitorizar e administrar acontecimentos que colocam em risco a execução de um projecto (Gadd et al., 2003).

A presença humana faz com que dificilmente se possa assumir que os riscos fiquem completa e definitivamente avaliados, o que faz com que a avaliação dos mesmos seja um processo dinâmico e em evolução constante. Desta forma, este processo consiste numa análise cuidadosa ao local de trabalho, de forma a identificar os perigos que possam causar danos aos trabalhadores expostos.

A avaliação de riscos tem como principais objectivos quantificar a gravidade (ou seja, a magnitude) que um risco pode ter na saúde e segurança dos trabalhadores, resultante das circunstâncias em que o perigo ocorra e, assim, permitir que o empregador obtenha as informações necessárias para que possa tomar uma decisão adequada no que toca ao tipo de medidas preventivas a adoptar (Roxo, 2003; Gadd et al, 2003).

Associado à noção de Avaliação de Risco surgem dois conceitos, já referidos, que importa diferenciar: o perigo e o risco. De acordo com a norma NP 4397:2008, perigo é entendido como fonte ou situação com um potencial para o dano, em termos de lesões ou ferimentos para o corpo humano ou de danos para a saúde, ou uma combinação destes.

Ainda segundo esta norma, a Avaliação de Risco pode ser encarada como uma ferramenta muito útil à tomada de decisões, fazendo mesmo parte integral de qualquer sistema de gestão.

Segundo Gadd et al. (2003) e Roxo (2003), a Avaliação de Risco deve compreender duas fases:

- A Análise de Risco, que visa determinar a magnitude do risco;
- A Valorização do Risco, que visa avaliar o significado que o risco assume.

### 2.4.1. Análise e Valorização do Risco

A Análise de Risco tem duas fases fundamentais, a avaliação de riscos e a gestão de riscos (Hartlén et al, 1999). Avaliação de Riscos na sua definição mais ampla é um processo estruturado para avaliar qualitativamente e/ou quantitativamente o nível de risco imposto pelas fontes de perigo identificadas a um processo. O objectivo da

Avaliação de Riscos é proporcionar os elementos necessários para uma variedade de decisões (Christou et al, 1999).

Citando Biermans (2005), uma análise de risco consiste dos seguintes elementos:

- Identificação dos perigos, isso significa identificar as possíveis fontes de danos;
- Identificar os riscos, isso significa identificar eventuais cenários de acidentes em que estes perigos realmente possam causar danos;
- Avaliação do risco, isto significa avaliar se as medidas suficientes foram tomadas para prevenir os acidentes e limitar os danos possíveis.

Não há uma só forma de medir o risco ou de apresentar uma estimativa do mesmo. Lidar com "acidentes graves" implica que esses eventos têm em comum o potencial de afectar muitas pessoas e por isso mesmo na avaliação de riscos deverão ser considerados dois princípios que se revelam fundamentais (Kirchsteiger, 1997):

- Estruturação da operação, de modo a que sejam abordados todos os perigos e riscos relevantes;
- Identificação do risco, de modo a equacionar se o mesmo pode ser eliminado.

Estes métodos, uns de carácter indutivo e outros de carácter dedutivo, têm necessariamente aspectos comuns. De acordo com as suas características próprias, as razões porque foram desenvolvidos, os fins a atingir, os meios utilizados, são integrados em diferentes categorias. A título de exemplo, em função da importância relativa de cada uma das suas componentes de "identificação" e de "quantificação" do risco, é habitual distingui-los como métodos qualitativos, métodos semi-quantitativos e métodos quantitativos.

Assim, nas fases de estimativa e valorização podem ser empregues diferentes tipos de métodos (Carvalho, 2007):

- Métodos de Avaliação Qualitativos (*MAQt*);
- Métodos de Avaliação Quantitativos. (*MAQt*);
- Métodos de Avaliação Semi-Quantitativos (*MASqt*).

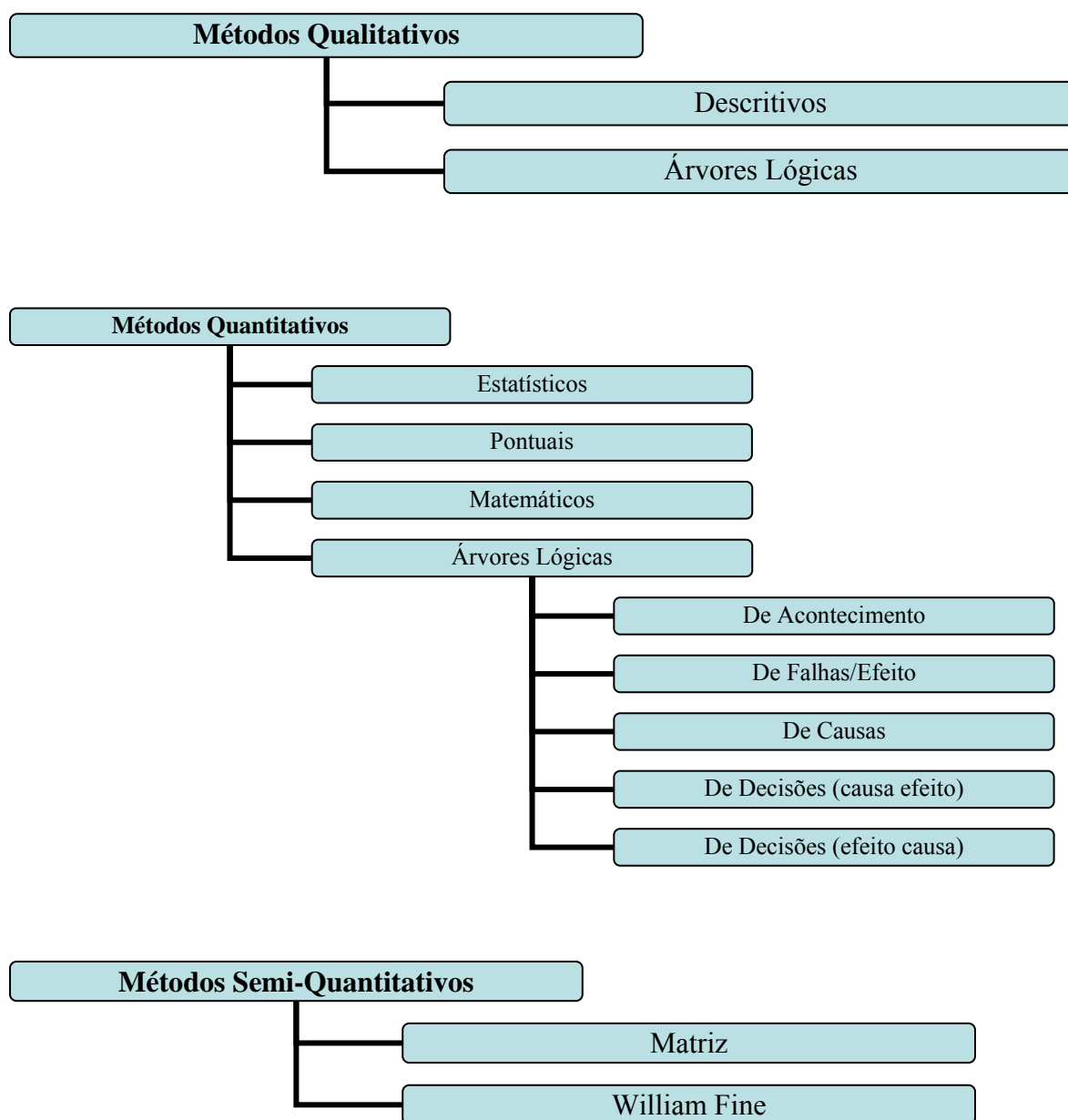


Figura 2 - Tipos de Métodos de análise de risco (adaptado de Carvalho, 2007)



### 2.4.2. Tipologia dos Métodos

#### 2.4.2.1. Métodos Qualitativos

Descrevem, sem chegar a uma quantificação global, os pontos perigosos de uma instalação e as medidas de segurança existentes, sejam de tipo preventivo ou de protecção. Identificam também quais as conjugações de acontecimentos que podem gerar uma situação perigosa e quais as formas de evitar que ocorram (Cabral, 2010).

Este tipo de método é adequado para estimar situações simples, cujos perigos possam ser facilmente identificados pela observação.

Os Métodos Qualitativos podem ser dos seguintes tipos:

- Estudo de riscos no posto de trabalho;
- Estudos de movimentação;
- Estudos de implantação;
- Planos de sinalização;
- Fluxogramas;
- Listas de verificação;
- Tabelas de reacções químicas perigosas, etc.

#### 2.4.2.2. Métodos Semi-quantitativos

Estes métodos atribuem índices às situações de risco identificadas e estabelecem planos de actuação tais como Método da Matriz e o Método de William Fine. Quando a avaliação pelos métodos quantitativos é insuficiente, é preferível optar pelos métodos semi-quantitativos, visto que os métodos qualitativos são complexos e não justificam os custos que lhes estão associados (Carvalho, 2007).

### 2.4.2.3. Métodos Quantitativos

Segundo Cabral (2010), estes tipos de métodos quantificam o que pode acontecer e atribuem um valor à probabilidade e à severidade, com recurso a técnicas sofisticadas de cálculo e a modelos matemáticos. Também aqui se podem distinguir diversos tipos de análise.

Baseiam-se num modelo matemático, em que se atribui um valor numérico aos diversos factores que causam ou agravam o risco, bem como àqueles que aumentam a segurança, permitindo estimar um valor numérico para o risco efectivo. De entre os métodos ditos quantitativos, podem citar-se:

#### **Métodos estatísticos**

- índices de frequência e de gravidade
- índices de fiabilidade
- taxas médias de falha, etc.

#### **Métodos matemáticos**

- modelos de falhas
- modelo de difusão de nuvens de gás

#### **Métodos pontuais**

- Gretener, Purt, Eric, MESERI, Dow

### 2.4.3. Etapas da avaliação de riscos

A avaliação de Riscos consiste em identificar os perigos presentes no sistema produtivo de um projecto e promover a redução dos riscos que podem causar (Hartlén, 1999).

As técnicas analíticas identificam e avaliam os diferentes factores de risco que podem estar na origem de um acidente. Já as técnicas operativas pretendem diminuir as causas

que originam os riscos e aplicam-se quer ao factor técnico quer ao factor humano, com o objectivo de evitar e controlar os riscos (Freitas, 2009).

Existem diversos métodos que podem ser usados na análise de risco, dos quais se destacam os que se indicam na Tabela 2.1 (Gould, 2005).

**Tabela 1 – Métodos de avaliação de Riscos (adaptado Gould, 2005)**

<b>Abreviatura</b>	<b>Título completo</b>
HAZOP	Hazard and operability study
CHA	Concept hazard analysis
CSR	Concept safety review
PHA	Preliminary hazard analysis
FTA	Fault tree analysis
CCA	Cause-consequence analysis
Pre-HAZOP	Pre-hazard and operability study
FIHI	Functional integrated hazard identification
CEX	Critical examination of safety systems
MOSAR	Method organised systematic analysis of risk
GOFA	Goal oriented failure analysis
Inherent	Inherent hazard analysis
FMEA	Failure mode and effect analysis
Func. FMEA	Functional failure mode and effect analysis
FMECA	Failure modes, effects, and criticality analysis
MOp	Maintenance and operability study
Block diagram	Reliability block diagram
Structural	Structural reliability analysis
Vulnerability	Vulnerability assessment
CHAZOP	Computer hazard and operability study
Struc. English	Structured english
Spec. Language	Specific language
SADT	Structured analysis and design techniques
State-transition	State-transition diagrams
GRAFCET	Graphe de commande etat-transition
HTA	Hierarchical task analysis
AEA	Action error analysis
Human rel.	Human reliability analysis
Pattern search	Pattern search method
PHEA	Predictive human error analysis

Para se efectuar a análise da frequência da ocorrência de acidentes são usados, entre outros, os seguintes métodos (Contini, 2000):

ETA – Event tree analysis;

FTA – Fault tree analysis;

HRA – Human Reliability analysis.

### 2.5. Gestão do Risco

Designa-se por gestão do risco o processo conjunto de controlo do risco e de avaliação do risco. O processo de gestão do risco permite a monitorização e acompanhamento dos riscos durante a fase de operação da tarefa.

Este processo aplicado a uma tarefa vai permitir proteger os trabalhadores dos perigos que lhe estão associados, possibilitando o controlo dos riscos e mantendo essas tarefas com níveis de risco aceitáveis. (ROXO, 2003)

Actualmente reconhece-se que a gestão de riscos é a base para uma gestão activa da segurança e saúde no trabalho.

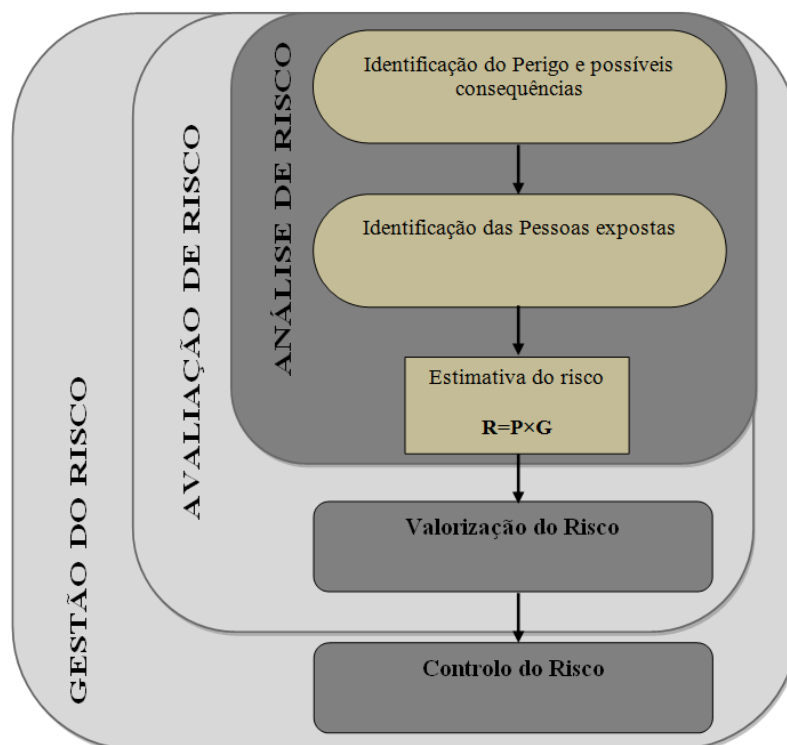


Figura 3 - Fases de um processo de gestão de risco profissional (Roxo, 2003)

A noção de risco relaciona o perigo com as medidas de segurança aplicadas, pelo que uma identificação e uma quantificação de riscos implica o conhecimento dos perigos relacionados com - o edifício, a instalação, o processo, os produtos utilizados, as tarefas executadas, a organização do trabalho, etc. - e das medidas de prevenção e de protecção adoptadas com o objectivo de manter esses riscos em níveis controlados.

Identificado o perigo e quantificado o risco poder-se-á decidir da necessidade de implementar novas medidas de segurança, de reduzir ou eliminar situações perigosas e, neste caso, quais as que devem ser prioritariamente encaradas - ou de assumir o risco tal como está, com eventual transferência (total ou parcial) para uma seguradora.

Uma análise deste tipo pode assumir muitas formas distintas, quer quanto à metodologia adoptada, quer quanto à área específica a que se pode aplicar.

Necessidades particulares de sectores industriais, de seguradoras e de organismos governamentais de controlo e fiscalização levaram ao desenvolvimento de diferentes métodos de avaliação de riscos qualitativos e quantitativos, de âmbitos muito variados e com campos de aplicação, que podem ir do perigo particular de incêndio ao estudo dos riscos na indústria química, conforme já foram referidos (Roxo, 2003).

## **Capítulo 3 – Métodos de Avaliação de Riscos**

### 3. MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE RISCOS

#### 3.1. Métodos de Avaliação Quantitativos e semi-quantitativos

##### 3.1.1. Método What If...?

Segundo Freitas (2003), What If ou «o que aconteceria?» é uma técnica de identificação de perigos e análise de riscos que consiste em detectar perigos utilizando um questionamento aberto promovido pela pergunta «o que aconteceria?». O objecto What If...? pode ser um sistema, processo, equipamento ou evento. O âmbito é "tudo o que poderá traduzir-se em erro ou falha" Este âmbito é mais amplo que o de outras técnicas porque o seu método é mais livre. Funciona como um verdadeiro brainstorming.

O What If admite tanto o questionamento livre como o sistemático. No livre, o objecto é questionado por meio da pergunta "O que aconteceria...?" em relação a qualquer aspecto que se julgar conveniente. Assim, ter-se-ão perguntas do tipo:

- O que aconteceria se for colocado mais produto?
- O que aconteceria se a matéria-prima estivesse contaminada?
- O que aconteceria se ocorresse um temporal?

No questionamento sistemático, o objecto é focalizado do ponto de visão de diversos especialistas, como por exemplo, nas áreas de electricidade, instrumentação, combate a incêndio, preservação ambiental e medicina ocupacional. Fazem-se reuniões específicas onde a pergunta "O que aconteceria...?" é aplicada a cada especialidade.

O What if deve ser registado em formulário próprio, com campos para o que pode resultar danoso, causas, consequências e medidas de controlo de riscos e de emergências.

**Tabela 2 – Formulário de registo de identificação de perigos (Freitas, 2003)**

<b>Descrição</b>	<b>Perigo / Consequências</b>	<b>Medidas de Controlo de risco e de emergência</b>
1. Falha de equipamentos, materiais e instrumentos – O que ocorreria se uma peça do equipamento deixasse de funcionar – O que aconteceria se um tubo de uma caldeira falhasse?		
2. Falhas de serviço – O que aconteceria se houvesse uma falha de electricidade? – O que aconteceria se faltasse a água?		

### 3.1.2. Método da Matriz de Falhas

Como na maior parte das situações reais é difícil quantificar a probabilidade e a severidade, utilizam-se vários métodos práticos, nomeadamente o que se segue, conhecido como método das Matrizes ou Matriz de Falhas (Freitas, 2003).

É possível aplicar este método em qualquer fase de qualquer processo produtivo e determina o risco através da combinação do valor atribuído à frequência e à severidade de acordo com a expressão seguinte:

$$\textbf{Risco (Matriz) = Frequência x Severidade}$$

Para a frequência ou nível de probabilidade de ocorrência dos eventos utiliza-se a seguinte classificação:

**Frequente** – situação que ocorre continuamente ou várias vezes

**Provável** – probabilidade de ocorrência diária

**Ocasional** – probabilidade de ocorrer ocasionalmente

**Remota** – de ocorrência muito rara

**Improvável** – não se sabe se alguma vez ocorrerá

Para a severidade ou nível previsível de consequências utiliza-se a seguinte classificação:

- Catastrófico: morte, lesão com inaptidão permanente, perda do sistema ou danos ambientais muito graves;



- Critico: danos graves, lesões com incapacidade temporária ou permanente mas de pequena percentagem, perda parcial do sistema ou danos ambientais graves;
- Marginal: lesões menores com ou sem incapacidade temporária mas pouco graves, danos no sistema ou ambiente pouco graves;
- Leve: lesões pequenas sem qualquer tipo de incapacidade, danos no sistema ou ambiente insignificantes ou desprezáveis.

Com base na combinação das anteriores constrói-se uma Matriz de Análise, representada na Tabela 3.

**Tabela 3 – Representação da matriz de falhas (Freitas, 2003)**

Matriz = f (FxG)	Gravidade			
Frequência (nível de probabilidades)	Catastrófico	Critico	Marginal	Leve
Frequente	1	3	7	13
Provável	2	5	9	16
Ocasional	4	6	11	18
Remota	8	10	14	19
Improvável	12	15	17	20

Esta matriz permite estimar um nível de risco, variando este entre 1 (**mau, risco máximo**) e 20 (**bom, risco tolerável**).

### 3.1.3. Melhoramento do Método da Matriz de Falhas

No sentido de melhorar o método, podem acrescentar-se mais dois vectores relevantes em termos de Segurança e Saúde no Trabalho (SST), nomeadamente (Cabral, 2010):

- Procedimentos e condições de segurança (PCS)
- Número de pessoas afectadas (NPA)

$$\text{Risco (Matriz)} = \text{Frequência} \times \text{Gravidade} \times \text{PCS} \times \text{NPA}$$

Para os procedimentos e condições de segurança, utiliza-se a seguinte classificação:

- 1) Não existem ou não são conhecidos
- 2) Sérias deficiências
- 3) Algumas deficiências nos procedimentos e falta de implantação de outros
- 4) Suficientes mas melhoráveis
- 5) Suficientes e bem implantados

Para o número de pessoas afectadas, utiliza-se a seguinte classificação:

- 1) 51 e mais pessoas
- 2) 31 a 50 pessoas
- 3) 11 a 30 pessoas
- 4) 4 a 10 pessoas
- 5) 1 a 3 pessoas

Os valores atribuídos aos quatro factores encontram-se na Tabela 4.

**Tabela 4 – Matriz de análise melhorada (Cabral, 2010)**

Frequência (F)		Gravidade (G)		Proced. e Condições de Segurança (PCS)		N.º Pessoas afectadas (NPA)	
Frequente	1	Catastrófico	1	Não existem	1	Mais de 51	1
Ocasional	2	Critico	2	Sérias deficiências	2	31 a 50	2
Remota	3	Marginal	3	Algumas deficiências	3	11 a 30	3
Raro	4	Negligenciável	4	Melhoráveis	4	4 a 10	4
Improvável	5	Negligenciável	5	Muito boas	5	1 a 3	5

Esta nova matriz permite estimar um nível de risco, procedendo-se da seguinte forma:

- Cada risco em análise será classificado em cada uma das categorias;
- Faz-se o produto da classificação de F x S x PCS x NPA;
- O resultado dá uma estimativa de risco.

A escala de risco varia entre **1 (Muito Mau, risco máximo)** e **625 (Muito Bom, risco baixo)**.

### 3.1.4. Método de William Fine

O método de William Fine permite calcular a gravidade e probabilidade relativas de cada risco, com o que se poderão orientar adequadamente as acções preventivas. Por outro lado, permite encontrar a justificação económica para as acções correctivas possíveis, isto é, este método projecta o tempo de implementação, o esforço e a previsão do investimento (Mandarini, 2005).

A Magnitude do risco calcula-se através da seguinte fórmula (Cabral, 2006):

$$\text{Magnitude do risco (R)} = F_c \times F_e \times F_p$$

Em que:

**R** = Magnitude do risco;  
**F<sub>c</sub>** = Factor consequência;  
**F<sub>e</sub>** = Factor exposição;  
**F<sub>p</sub>** = Factor probabilidade.

Os valores numéricos atribuídos baseiam-se na experiência de quem utiliza o método.

Definem-se as **Consequências** como os resultados mais prováveis de um acidente, resultante do risco em análise, ponderando-se quer os danos pessoais quer os materiais.

O factor **Exposição** define-se através de um índice associado à frequência com que se apresenta a situação de risco, sendo que o primeiro acontecimento indesejado iniciaria a sequência que leva ao acidente.

Entende-se por **Probabilidade** o índice associado à probabilidade de uma vez iniciada a sequência ela se desenvolver conduzindo ao acidente e respectivas consequências.

A justificação económica implementação de medidas de controlo do risco, faz-se com recurso aos conceitos Factor Custo (Fc) e Grau de Correção (Gc) e por aplicação da seguinte expressão:

$$\text{Justificação (J)} = Fc * Fe * Fp / (Fc \times Gc)$$

**Se J > 20 - Suspensão imediata da actividade perigosa.**

**Se J for de 10 a 20 - Correção imediata.**

**Se J < 10 - Correção necessária urgente.**

Os valores atribuíveis a cada um dos coeficientes, constam nas Tabelas 5,6,7,8,9 e 10.

**Tabela 5 – Consequências dos acidentes (Freitas, 2008)**

CONSEQUÊNCIAS (Fc)		
Grau de Severidade		
Danos Corporais	Danos Materiais	Valor
Numerosas Mortes	Grandes Danos >1.000.000€ e quebras importantes na actividade	100
Várias Mortes	De 500.000€ a 1.000.000€	50
Morte	Danos de 100.000€ a 500.000€	25
Lesões Graves, amputações, invalidez permanente	De 1000 a 100.000€	15
Incapacidades Temporárias	Até 1.000€	5
Ferimentos Ligeiros	Pequenos Danos	1

**Tabela 6 – Exposição aos acidentes (Freitas, 2008)**

<b>Exposição (Fe)</b>	
<b>Frequência de ocorrência da situação de risco</b>	<b>Valor</b>
Continuamente, várias vezes ao dia	10
Frequentemente, aproximadamente uma vez por dia	6
Ocasionalmente, de uma vez por semana a uma vez por mês	3
Irregularmente, de uma vez por mês a uma vez por ano	2
Raramente, sabe-se que já ocorreu	1
Remotamente possível, não se tem conhecimento que já tenha ocorrido	0,5

**Tabela 7 – Probabilidade de acidente (Freitas, 2008)**

<b>Probabilidade (Fp)</b>	
<b>Probabilidade da sequência de acontecimentos, incluindo as consequências</b>	<b>Valor</b>
Resultado mais provável se a situação inicial de risco ocorrer	10
É completamente possível, a probabilidade é de 50 %	6
Seria uma coincidência remotamente possível; sabe-se que já ocorreu	3
Seria uma sequência ou coincidência rara	1
Extremamente remota mas concebível; nunca aconteceu em muitos anos de exposição	0,5
Sequência praticamente impossível; possibilidade de 1 em 1000000	0,1

**Tabela 8 – Índice de risco e prioridade de intervenção segundo a magnitude do risco obtida (Freitas, 2008)**

<b>Grau de Perigosidade</b>		
<b><math>R=Fc*Fe*Fp</math></b>	<b>Classificação</b>	<b>Medidas</b>
$\geq 400$	Grave iminente	Suspensão imediata da actividade perigosa
200 a 400	Alta	Correcção imediata
70 a 200	Notável	Correcção logo que possível
20 a 70	Moderado	Deve ser eliminado mas não é uma emergência
$< 20$	Aceitável	Situação a manter

**Tabela 9 – Factor custo (Fc) (Freitas, 2008)**

<b>Factor de Custo</b>	
<b>Valor esperado do custo da acção correctiva</b>	<b>Valor</b>
Mais de 2.500 €	10
1.250 € a 2.500 €	6
675 € a 1.250 €	4
335 € a 675 €	3
150 € a 335 €	2
75 € a 150 €	1
< 75 €	0,5

**Tabela 10 – Grau de correcção(Freitas, 2008)**

<b>Grau de Correção</b>	
<b>Diminuição do risco por aplicação da acção correctiva</b>	<b>Valor</b>
Risco totalmente eliminado	1
Risco reduzido de pelo menos 75 %	2
Risco reduzido de 50 % a 75 %	3
Risco reduzido de 25 % a 50 %	4
Ligeiro efeito sobre o risco de menos de 25 %	6

### 3.1.5. Sistema Simplificado de Avaliação de Riscos de Acidente: NTP

330

Este método, desenvolvido pelo *INSHT- Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*, permite quantificar a amplitude dos riscos e hierarquizar as prioridades de intervenção. Segundo Belloví, Malagón, (s/ data) e Freitas (2003), apesar da existência de uma grande diversidade de métodos, é recomendável começar sempre pelos mais fáceis e acessíveis, constituindo os denominados métodos de análise preliminar. Utilizando estes, com poucos recursos podem-se detectar muitas situações de risco e, como consequência, eliminá-las. O método aqui proposto integra-se dentro destes métodos simplificados de avaliação.

De qualquer modo, é necessário definir dois conceitos-chave da avaliação, que são:

- A probabilidade de que determinados factores de risco se materializem em danos;
- A dimensão ou magnitude dos danos (consequências).

Probabilidade e consequências são os dois factores cujo produto determina o risco, que se define como, **o conjunto de danos esperados por unidade de tempo**. A probabilidade e as consequências devem necessariamente ser quantificadas para valorizar de modo objectivo o risco, de acordo com a expressão seguinte:

$$R = f(P \times C)$$

### Probabilidade

A probabilidade de um acidente pode ser determinada em termos precisos em função do evento inicial que o gera e dos eventos desencadeantes que se seguem.

Neste sentido, a probabilidade do acidente será mais complexa de determinar quanto mais larga for a cadeia causal, já que se terá de conhecer todos os eventos que intervêm, bem como as probabilidades dos mesmos, para efectuar o correspondente produto.

Os métodos complexos de análise não ajudam a levar a cabo esta tarefa. Por outro lado, existem muitos riscos denominados convencionais em relação aos quais a existência de determinadas falhas ou deficiências torna muito provável que o acidente se produza. Nestas situações, é quando o método apresentado facilita a avaliação.

Tenha-se em conta que quando se fala de acidentes laborais, no conceito de probabilidade está integrado o termo exposição das pessoas ao risco. Assim, por exemplo, a probabilidade de queda num pavimento devido a água derramada dependerá da probabilidade da produção dum derrame e do tempo de exposição da pessoa ao factor

de risco. Por esta razão, é frequente, em métodos simplificados de avaliação, distinguir ambos os termos (Belloví e Malagón, s/ data).

### Consequências

A materialização dum risco pode gerar consequências diferentes ( $C_i$ ), cada uma delas com a sua correspondente probabilidade ( $P_i$ ). Assim, por exemplo, perante uma queda ao circular por um pavimento escorregadio, as consequências normalmente esperadas são ligeiras (pisadelas, contusões, etc.), mas, com uma probabilidade menor, também poderiam ser graves ou inclusivamente mortais. O dano esperado (médio) de um acidente viria assim determinado pela expressão:

$$\text{Dano previsível} = \sum P_i C_i$$

Segundo Belloví e Malagón (s/ data), todo o risco poderia ser representado graficamente por uma curva como a representada na Figura 1, em que se inter-relacionam as possíveis consequências em abcissas e as suas probabilidades em ordenadas. Quanto maior a gravidade das consequências previsíveis, maior deverá ser o rigor na determinação da probabilidade, tendo em conta que as consequências do acidente devem ser analisadas tanto no aspecto dos danos materiais como no das lesões físicas, analisando ambos em separado. Perante um possível acidente é necessário estabelecer quais as consequências previsíveis, as normalmente esperadas ou as que podem acontecer com uma probabilidade remota. Na valorização dos riscos convencionais consideram-se as consequências esperadas mas, por outro lado, em instalações muito perigosas pela gravidade das consequências (nucleares, químicas, etc.) é imprescindível considerar as consequências mais críticas, mesmos que a sua probabilidade seja baixa, e por isso é necessário ser, em tais circunstâncias, mais rigoroso na análise probabilística da segurança.



### Descrição do Método

A metodologia que se apresenta permite quantificar a magnitude dos riscos existentes e, como consequência, hierarquizar racionalmente a sua prioridade de correcção. Para tal, parte-se da detecção das deficiências existentes nos locais de trabalho para, de seguida, estimar a probabilidade de ocorrência de um acidente e, tendo em conta a magnitude esperada das consequências, avaliar o risco associado a cada uma das ditas deficiências.

A informação fornecida por este método é orientativa. Caberia contrastar o nível de probabilidade de acidente que fornece o método a partir da deficiência detectada, com o nível de probabilidade estimável a partir de outras fontes mais precisas, como por exemplo dados estatísticos de probabilidade de ocorrer um acidente ou de fiabilidade de componentes. As consequências normalmente esperadas devem ser pré-estabelecidas pelo executor da análise.

Atendendo ao objectivo de simplicidade que se pretende nesta metodologia, não se empregarão os valores reais absolutos de risco, probabilidade e consequências, mas sim os seus "**níveis**". Assim, falar-se-á de:

- Magnitude de risco (R);
- Nível de probabilidade (NP);
- Nível de consequências (NC).

Existe um compromisso entre o número de níveis seleccionados, o grau de especificação e a utilidade do método.

Se se optar por poucos níveis não se conseguirá discernir entre diferentes situações. Por outro lado, uma classificação ampla de níveis torna difícil colocar uma situação num ou noutro nível, sobretudo quando os critérios de classificação estão baseados em aspectos qualitativos.

Nesta metodologia considera-se, que o **nível de probabilidade (NP)** é função do nível de deficiência e da frequência ou nível de exposição à mesma.

O nível de risco (R) será, por seu lado, função do nível de probabilidade (NP) e do nível de consequências (NC), podendo expressar-se como:

$$R = NP \times NC$$

### Nível de deficiência

Designa-se por nível de deficiência (ND) a magnitude da relação esperada entre o conjunto de factores de risco considerados e a sua relação causal directa com o possível acidente.

Se bem que o nível de deficiência (ND) possa ser estimado de muitas formas, considera-se idóneo o questionário de verificação que analise os possíveis factores de risco em cada situação.

Veja-se a seguir um exemplo dum questionário de verificação para controlar periodicamente o risco de golpes, cones e projecções com ferramentas manuais, num centro de trabalho, e onde se indicam os quatro níveis de deficiência:

- **Muito deficiente**
- **Deficiente**
- **Melhorável**
- **Aceitável**

em função dos factores de risco presentes. Uma resposta negativa a alguma das questões colocadas confirmaria a existência de uma deficiência, classificada segundo os critérios de valorização indicados.

**Tabela 11 – Riscos de golpes, cortes e projecções com ferramentas manuais (Freitas, 2008)**

<b>Riscos de golpes, cortes e projecções de ferramentas manuais</b>	<b>Sim</b>	<b>Não</b>
1. As ferramentas estão ajustadas ao trabalho a realizar	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.1 As ferramentas são de boa qualidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2 As ferramentas encontram-se em bom estado de limpeza e conservação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. A quantidade de ferramentas disponíveis é insuficiente em função do processo produtivo e das pessoas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Existem locais e/ou meios idóneos para a localização das ferramentas (painéis, caixas etc.)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Quando se utilizam as ferramentas cortantes ou punçantes dispõem-se dos protectores adequados	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Observam-se hábitos correctos de trabalho	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.1 Os trabalhadores agem de maneira segura sem sobre-esforços ou movimentos inseguros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.2 Os trabalhadores têm formação adequada no manejo das ferramentas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3 Utilizava-se os EPI's	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<u>Critérios de Valorização</u>  Muito deficiente: quando se tenha respondido NÃO a uma ou mais das questões 5, 5.2, 5.3  Deficiente: quando não sendo muito deficiente, se tenha respondido NÃO à questão 1  Melhorável: quando não sendo muito deficiente, nem deficiente se tenha respondido NÃO a uma ou mais das questões 1.1, 1.2, 2, 3, 5.1  Aceitável: nos restantes casos		

A cada um dos níveis de deficiência faz-se corresponder um valor numérico, excepto no nível "aceitável", possível de determinar a partir da Tabela 12.

Revela-se que é necessário alcançar nesta avaliação um determinado nível de deficiência com a ajuda do critério exposto ou de outro similar.

**Tabela 12 – Determinação do nível de deficiência (adaptado Belloví e Malagón, s/ data)**

Nível de Deficiência	ND	Significado
Muito Deficiente (MD)	10	Existência de factores de risco significativos. O conjunto de medidas preventivas existentes é ineficaz.
Deficiente (D)	6	Existência de algum factor de risco significativo que precisa de ser corrigido. Há pouca eficácia nas medidas preventivas existentes.
Melhorável (M)	2	Factores de risco de menor importância. Há alguma eficácia do conjunto das medidas preventivas relativamente ao risco.
Aceitável (A)	-	Não se detectou nenhuma anomalia. O risco está controlado.

### Nível de exposição

O **nível de exposição (NE)** é uma medida da frequência com que se dá a exposição ao risco.

Para um risco concreto, o nível de exposição pode-se estimar em função dos tempos de permanência nas áreas de trabalho, operações com máquinas, etc.

Os valores numéricos, como se pode observar na Tabela 13, são ligeiramente inferiores ao valor que alcançam os níveis de deficiência, já que, por exemplo, se a situação de risco está controlada, uma exposição alta não deveria ocasionar, em princípio, o mesmo nível de risco que uma deficiência alta com exposição baixa.

**Tabela 13 – Determinação do nível de exposição (adaptado Belloví e Malagón, s/ data)**

Nível de Exposição	NE	Significado
Continuada (EC)	4	Continuamente. Várias vezes durante a jornada com tempo prolongado.
Frequente (EF)	3	Várias vezes na sua jornada de trabalho, em tempos curtos.
Ocasional (EO)	2	Algumas vezes durante a jornada, com tempos curtos.
Esporádica (EE)	1	Irregularmente.

### Nível de probabilidade

Em função do nível de deficiência das medidas preventivas e do nível de exposição ao risco, determina-se o **nível de probabilidade** (NP), o qual se pode expressar como o produto de ambos os termos:

$$\text{NP} = \text{ND} \times \text{NE}$$

A Tabela 14 facilita a consequente valorização, enquanto a Tabela 15 reflecte o significado dos quatro níveis de probabilidade estabelecidos.

**Tabela 14 – Determinação do nível de probabilidade (adaptado Belloví e Malagón, s/ data)**

		Nível de Exposição (NE)			
		4	3	2	1
ND	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

Atendendo a que os indicadores referidos por esta metodologia têm um valor orientativo, cabe considerar outro tipo de estimativas quando se disponham de critérios de valorização mais precisos. Assim, por exemplo, se perante um risco determinado se dispõem de dados estatísticos de acidentabilidade ou outras informações que permitam estimar a probabilidade de que o risco se materialize, devem aproveitar-se e compará-los, se aplicável, com os resultados obtidos a partir do sistema exposto.

**Tabela 15 – Significado dos diferentes níveis de probabilidade (adaptado Belloví e Malagón, s/ data)**

<b>Nível de Probabilidade</b>	<b>NP</b>	<b>Significado</b>
Muito Alta (MA)	Entre 40 e 24	Situação deficiente com exposição continuada, ou muito deficiente com exposição frequente. Normalmente a materialização do risco ocorre com frequência.
Alta (A)	Entre 20 e 10	Situação deficiente com exposição frequente ou ocasional. A materialização do risco é possível que suceda várias vezes no ciclo de vida laboral.
Média (M)	Entre 8 e 6	Situação deficiente com exposição esporádica. É possível que aconteça alguma vez o dano.
Baixa (B)	Entre 4 e 2	Situação melhorável com exposição ocasional ou esporádica. Não se espera que se materialize o risco.

**Nível de consequência**

Considerou-se, como na Tabela 14, quatro níveis para a classificação das consequências (NC). Estabeleceu-se um duplo significado: por um lado, classificaram-se os danos físicos e, por outro, os danos materiais. Evitou-se estabelecer uma tradução monetária destes últimos, dado que a sua importância será relativa, em função do tipo de empresa e da sua dimensão. Ambos os significados devem ser considerados independentemente, tendo mais peso os danos às pessoas que os danos materiais. Quando as lesões não são suficientemente relevantes para os trabalhadores, a consideração dos danos materiais deve auxiliar a estabelecer o nível de consequências.

Como pode observar-se na Tabela 16, a escala numérica de consequências é muito superior à da probabilidade. Isto ocorre porque o factor consequências deve ter sempre um maior peso na valorização.

Observa-se também que os acidentes com baixa consideraram-se como consequência grave. Com esta consideração pretende-se ser mais exigente na hora de penalizar as consequências sobre as pessoas devido a um acidente, acrescentando-se que os custos económicos de um acidente com baixa ainda que possam ser desconhecidos são muito importantes.

Há que ter em conta que quando se refere às consequências dos acidentes, trata-se daquelas que normalmente são esperadas, no caso de materialização do risco.

**Tabela 16 – Determinação do nível de consequências (adaptado Belloví e Malagón, s/ data)**

Nível de Consequências	NC	Significado	
		Danos Pessoais	Danos Materiais
Mortal ou Catastrófica (M)	100	1 morto ou mais	Destruição total do sistema (difícil renová-lo)
Muito Grave (MG)	60	Lesões graves que podem ser irreparáveis	Destruição parcial do sistema (completa e custosa reparação)
Grave (G)	25	Lesões com incapacidade laboral temporária	Requer paragem do processo para efectuar a reparação
Leve (L)	10	Pequenas lesões que não requerem hospitalização	Reparável sem necessidade de paragem do processo

### Nível de risco

A Tabela 17 permite determinar o nível de risco e, mediante agrupamento dos diferentes valores obtidos, estabelecer blocos de prioridades das intervenções, através do estabelecimento também de quatro níveis.

$$\mathbf{NR = NP \times NC}$$

Tabela 17 – Cálculo do nível de risco e de intervenção (adaptado Belloví e Malagón, s/ data)

		NÍVEL DE PROBABILIDADE (NP)			
		40 - 24	20 - 10	8 - 6	4 - 2
NÍVEL DE CONSEQUÊNCIAS (NC)	100	I 4000 - 2400	I 2000 - 1200	I 800 - 600	II 400 - 200
	60	I 2400 - 1440	I 1200 - 600	II 480 - 360	II 240 III 120
	25	I 1000 - 600	II 500 - 250	II 200 - 150	III 100 - 50
	10	I 400 - 240	II 200 III 100	III 80 - 60	III 40 IV 20

Os níveis de intervenção obtidos têm um valor orientativo, de hierarquização dos valores obtidos na Tabela do nível de risco. Assim, para decidir um programa de investimentos e melhorias, é imprescindível introduzir a componente económica e o âmbito de influência da intervenção. Assim, perante uns resultados similares, estará mais justificada uma intervenção prioritária quando o custo for menor e a solução afecte um colectivo de trabalhadores maior. Por outro lado, não se pode esquecer o sentido da importância que se dá aos trabalhadores nos diferentes problemas. A opinião dos trabalhadores não só deve ser considerada, como a sua consideração redundará na efectividade do programa de melhorias. O nível de risco, como já se referiu, é determinado pelo produto do nível de probabilidade pelo nível de consequências. A Tabela 18 estabelece o agrupamento dos níveis de risco que originam os níveis de intervenção e o seu significado (Belloví e Malagón, s/ data).



**Tabela 18 – Significado do nível de intervenção (adaptado Belloví e Malagón, s/ data)**

Nível de Intervenção	NR	Significado
1	4000-600	Situação crítica. Correção urgente.
2	500-150	Corrigir e adoptar medidas de controlo.
3	120-40	Melhorar se for possível. É conveniente justificar a intervenção e a sua rentabilidade.
4	20	Não é necessário intervir, salvo se outra análise mais exigente o justificar.

### 3.1.6. Análise do Modo de Falhas e Efeitos (FMEA)

Este método assenta no estudo das falhas. Quando o componente de um sistema executa inadequadamente uma função ou deixa de executá-la, diz-se que esse componente falha. O componente pode ser um homem ou um equipamento. Homens e equipamentos são elementos activos dos sistemas.

As falhas são factores do risco e na quase totalidade dos casos os acidentes ocorrem devido à ocorrência de algum tipo de falha (Scipioni et al, (2002).

Grande parte da função controlo de riscos consiste em identificar possibilidades de falhas e adoptar medidas para eliminá-las, reduzir a sua frequência ou neutralizar os seus efeitos (Ebrahimipour, 2009). Portanto, o sistema de controlo de falhas é um subsistema do sistema de controlo de riscos. A teoria das falhas é uma ferramenta essencial à análise das ocorrências anormais. A análise completa consiste em identificar o modo e o tipo da falha, os agentes promotores e inibidores, a fase do ciclo de vida do componente ou o sistema em que a falha ocorreu e a fase geradora, ou seja, quando os agentes promotores foram introduzidos.

A análise de falhas pode ser feita em duas situações totalmente distintas:

**- A primeira é feita após a emergência,**

Tudo que poderia ocorrer já ocorreu e o analista descreve as falhas, identifica causas e analisa a eficiência e a eficácia das acções empreendidas na detecção e intervenção. Geralmente, o analista não faz parte do sistema e não participou dos eventos.

### - A segunda é feita durante a emergência,

Neste caso, o analista faz parte do sistema. É um operador, piloto ou médico. As falhas ainda estão a ocorrer, precisam ser eliminadas para que a emergência seja controlada, um agente agressivo está agir e precisa de ser contido.

Tem-se apenas sinais e sintomas e a intervenção correcta só pode ser efectuada se os factores emergentes forem identificados.

### **Modos de falha**

Um componente qualquer, homem ou equipamento, pode falhar de cinco modos (Freitas, 2008):

1. Falha de omissão, quando não executa ou executa apenas parcialmente uma intervenção, tarefa, função ou passo.
2. Falha na missão, quando executa incorrectamente uma intervenção, tarefa, função ou passo.
3. Falha por acto estranho ou acção estranha, quando executa uma intervenção, tarefa, função ou passo que não deveria ter sido executado.
4. Falha sequencial, quando executa uma intervenção, tarefa, função ou passo fora da sequência correcta.
5. Falha temporal, quando executa uma intervenção, tarefa, função ou passo fora do momento correcto.

Este método também é muito útil na fase de prevenção, o conhecimento dos modos de falha é um requisito essencial para a aplicação do FMEA (Análise dos Modos de Falha e Efeitos) (Freitas, 2008).

Este método também é muito útil na fase de planeamento da prevenção de riscos, pois o conhecimento dos prováveis modos de falha que podem ocorrer, permitem ao avaliador eliminá-los ou minimizá-los e evitar as consequências que deles podem advir. As

grandes vantagens são a sua sistematização e o carácter metódico de análise dos vários subsistemas e respectivos estados de funcionamento, poderão ser considerados a grande vantagem deste método (Silva, 2006).

### 3.1.7. Análise Preliminar de Riscos (APR)

A APR é uma técnica dedutiva e qualitativa de identificação de perigos e análise de riscos que consiste em identificar eventos perigosos, causas e consequências e estabelecer medidas de controlo (Freitas, 2008).

É designado de Preliminar, porque é um método utilizado como primeira abordagem do objecto em estudo. Num grande número de casos é suficiente para estabelecer medidas de controlo de riscos. O objecto da APR pode ser uma área, sistema, procedimento, projecto ou actividade. Este método aplica-se geralmente nas fases iniciais dum novo projecto, com os objectivos seguintes:

- Identificação prévia de áreas de segurança crítica do "ciclo de vida" do sistema, baseada na experiência documentada de outros sistemas existentes.
- Detecção dos perigos inerentes aos produtos, processos e serviços utilizados;
- Realização de uma valorização estimativa dos riscos inerentes aos perigos detectados para as pessoas, instalação, comunidades vizinhas e meio ambiente;
- Adopção de medidas para eliminação ou redução dos riscos derivados;
- Tomada de decisões sobre a conveniência ou necessidade de realizar análises de risco mais detalhadas.

Este método, apesar de preliminar, pode ser relevante na redução de custos e preocupações desnecessárias, no evitar de acidentes graves ou, pelo menos, no mitigar das suas consequências.

### Actividades

Este método deve dispor de dados históricos dos acidentes que tenham acontecido em instalações semelhantes, pelo que, entre outras actividades, deve proceder-se à:

- Revisão de dados históricos de sistemas semelhantes;
- Identificação dos Regulamentos e requisitos de segurança relacionados com o sistema e com a segurança de:
  - Pessoas
  - Ambiente
  - Substâncias tóxicas, inflamáveis instáveis ou de qualquer modo perigosas
  - Considerações de segurança relacionadas com as interfaces entre elementos do sistema ou subsistemas;
- Verificação dos perigos ambientais do local de trabalho:
  - Choque, vibrações, temperaturas extremas, radiações, etc.
- Verificação e avaliação do equipamento de apoio das instalações principais que farão funcionar o sistema;
- Avaliação do equipamento de segurança:
  - Protecções, SADI-Sistema Automático de Detecção de Incêndio, etc.
- Verificação dos perigos resultantes do processo:
  - Operação, ensaio, teste, etc.
  - Catalisadores utilizados;
  - Condições de operação como pressão, temperatura, etc..
- Em relação aos produtos utilizados, sejam matérias-primas, produtos intermédios, acabados ou rejeitados, analisa-se principalmente a seguinte informação:
  - As características físico-químicas reflectidas nas folhas de dados de segurança (FDS), tais como inflamabilidade, explosividade, reactividade, corrosividade, compatibilidade e resíduos produzidos, etc.;
  - Incompatibilidade entre produtos;
  - Tipos de armazenamento e quantidades armazenadas;

- Situação da instalação em relação à envolvente geográfica.

### Suporte

Para utilizar este método devem utilizar-se formulários próprios que podem variar ligeiramente, mas que devem, no mínimo, conter os elementos referenciados na Tabela 19.

**Tabela 19 – Formulário de aplicação do APR (Freitas, 2008)**

<b>APR - Análise Preliminar de Riscos</b>				
Sistema analisado por: _____				
Executado por: _____				
Data: ____/____/____				
Objecto	Evento indesejado ou perigoso	Causas	Consequências	Medidas de controlo de risco ou emergência

### 3.1.8. Hazop – Hazard and Operability Studies

A palavra Hazop é derivada de Hazard (perigo) + Operability (operabilidade). É um processo de análise de perigos, utilizado em todo o mundo para estudar não só os perigos de um sistema, mas também os seus problemas de operacionalidade. Explorando os efeitos de quaisquer desvios de um projecto (Arnaldos et al, 2009).

O objecto do Hazop são os sistemas e o âmbito consiste nos desvios das variáveis de processo. O estado normal de um processo é caracterizado por variáveis, como escoamento, pressão, temperatura, viscosidade, composição e componentes. Desvio é a diferença entre o valor de uma variável em dado instante e o valor normal, como por

exemplo, maior escoamento e menor pressão. O conjunto de desvios possíveis contém o subconjunto dos desvios perigosos. Estes podem actuar como agentes de ruptura ou promotores de capacidade agressiva. Assim, por exemplo, a uma pressão maior pode romper uma tubagem.

O método do Hazop é um dos métodos de maior aplicação e foi desenvolvido pela Imperial Chemical Industries (ICI) na década de 1960. Caracteriza-se pela forma sistemática como identifica os perigos e problemas de operação e utiliza palavras condutoras que estimulam a criatividade para detectar desvios.

Este método pode ser aplicado tanto a processos contínuos como descontínuos. Para processos contínuos o fluxograma é um requisito essencial, para os descontínuos o requisito principal é o procedimento escrito na forma apropriada.

O Hazop deve ser aplicado por uma equipa cujo número de componentes não seja maior que sete para não prejudicar a produtividade.

O núcleo básico deve ser constituído por um líder experiente em Hazop, um engenheiro químico, um engenheiro de projectos e um operador do local de trabalho semelhante ao que está a ser analisado.

A aplicação deste método a processos contínuos engloba os passos que se indicam de seguida:

**a.** Seleccionar uma linha de processo.

As linhas e equipamentos são elementos do sistema.

- Linha de processo é qualquer ligação entre dois equipamentos principais.
- Equipamento principal é qualquer equipamento que provoca modificações profundas no fluido de processo.

São exemplos de equipamentos principais: torres, reactores e recipientes. Bombas, válvulas e permutadores de calor são considerados elementos das linhas.

Como a escolha dos equipamentos principais depende de critérios do analista, o número de linhas pode ser muito pequeno ou muito elevado. A divisão em muitas linhas torna o trabalho cansativo e em poucas linhas prejudica a identificação dos perigos.

- b.** Imaginar a linha a trabalhar nas condições normais de projecto (os desvios das variáveis são considerados em relação a essas condições).
- c.** Seleccionar uma variável de processo (exemplo: escoamento)
- d.** Determinar as causas dos desvios perigosos (exemplo: válvula falha e abre totalmente).
- e.** Avaliar qualitativamente as consequências dos desvios perigosos (tanque derrama, produto inflamável entra em ignição).
- f.** Verificar se há meios para o operador tomar conhecimento de que o desvio perigoso está acontecer.
- g.** Estabelecer medidas de controlo de riscos e de controlo de emergência.
  - As medidas de controlo de risco, têm por finalidade evitar o evento perigoso, para isso será necessário implantar um sistema de monitorização do nível do tanque e aplicar o programa de teste.
- h.** Seleccionar outra variável do processo e aplicar-lhe as palavras-chave.
  - Temperatura, viscosidade, pressão, composição, verificar se são perigosos os desvios: temperatura maior, temperatura menor, viscosidade maior, viscosidade menor, pressão maior, mudança na composição, componentes a mais, etc.
- i.** Analisadas as variáveis, seleccionar outra linha de processo e repetir os passos de **a** a **h**.

A aplicação deste método a processos descontínuos engloba os passos que se indicam a seguir:

- a. Seleccionar um passo da operação descontínua, geralmente escrita na forma de procedimento.

A forma de escrever o procedimento é essencial para a eficácia do Hazop.

- As frases devem ser iniciadas por verbos no imperativo ou infinitivo.
- Devem ser curtas e restringir-se à acção pretendida.

- b. Aplicar as palavras-chave ao passo seleccionado para detectar desvios (verificar se os desvios identificados são perigosos ou prejudicam a operabilidade do sistema).

- c. Verificar se o operador dispõe de meios para detectar a ocorrência dos desvios perigosos.

- d. Estabelecer medidas de controlo de riscos e de emergências.

- e. Seleccionar um segundo passo do procedimento e repetir a análise.

### 3.1.9. Árvore de Falhas (FTA)





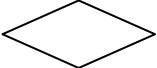
A **FTA** - *fault tree analysis* - é uma técnica de identificação de perigos e análise de riscos que parte de um **evento perigoso de topo** (Cabral, 2010) escolhido para o estudo e estabelece combinações de falhas e condições que poderiam causar a ocorrência desse evento. A técnica é dedutiva quantitativa e começa com uma representação gráfica (utilizando símbolos lógicos) de todas as sequências possíveis para todos os acontecimentos que podem dar origem a um acidente. O uso deste método numa análise qualitativa evidencia os efeitos dos modos de falha do sistema e as mudanças a serem implementadas (Geoff, 1996).

A árvore de falhas é uma representação gráfica de interacção entre falhas de equipamento e o acidente específico.



Estas intersecções são representadas por símbolos dos quais se referem os principais na Tabela 20.

**Tabela 20 – Simbologia utilizada no método Árvore de falhas (Freitas, 2008)**

	Evento básico.
	Evento intermédio.
	Porta E – Uma operação mediante a qual todas as entradas ou eventos (falhas básicas) têm de coexistir em simultaneidade para que uma falha ocorra.
	Porta OU – Uma operação pela qual qualquer uma das entradas ou eventos (falhas básicas) produz uma resposta.
	Acontecimento inconsequente ou com dados insuficientes para desenvolvimento posterior.

Este método decompõe um acidente ou um evento não desejado nas falhas de componentes, equipamentos ou erros humanos que contribuíram sequencialmente para a sua prossecução. Deste modo, constitui um processo de pensamento que é inverso, em termos cronológicos, das falhas existentes.

A árvore de falhas reflecte-se num diagrama que inter-relaciona o acidente com as causas imediatas e as causas básicas (acontecimentos elementares não susceptíveis de desenvolvimento), sendo estas as que se querem averiguar na análise de um acidente ou incidente.

### **A aplicação deste método dá como resultado:**

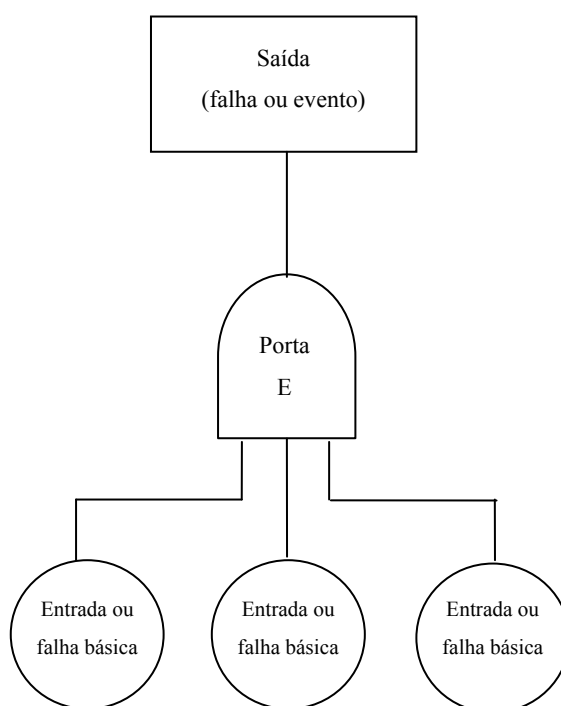
- uma lista de combinações com um mínimo de falhas, tanto de equipamentos, como humanas, suficientes para provocar o acidente, se estes se produzirem simultaneamente;
- um conjunto de recomendações sobre medidas preventivas capazes de o evitar.

Se se possuir uma base de dados, pode-se quantificar a árvore a partir da probabilidade dos acontecimentos básicos e obter a probabilidade total da ocorrência do acidente (Freitas, 2008).

A aplicação do método consta das seguintes etapas:

1. Reconhecimento de todos os acontecimentos indesejáveis.
2. Divisão desses acontecimentos em grupos com origem semelhante.
3. Identificar o acidente e os limites do sistema (**evento de topo**).
4. Construir a árvore de falhas, ou seja, os níveis subsequentes ou ramos, identificando falhas que podem causar a ocorrência do evento de topo. Podem ser falhas aleatórias de componentes, falhas de modo comum, falhas humanas ou indisponibilidade de equipamentos.
5. Determinação das combinações mínimas de falhas para que se origine o acidente, por eliminação dos eventos repetidos, aplicando-se as propriedades da álgebra booleana.
6. Quantificação da probabilidade do acidente.
7. Recomendações de medidas preventivas.

As combinações das situações que podem dar lugar à ocorrência do acontecimento a evitar são representadas de maneira lógica e através de níveis (Figura 4).



**Figura 4 – Aspecto característico de uma Árvore de falhas (Freitas, 2008)**

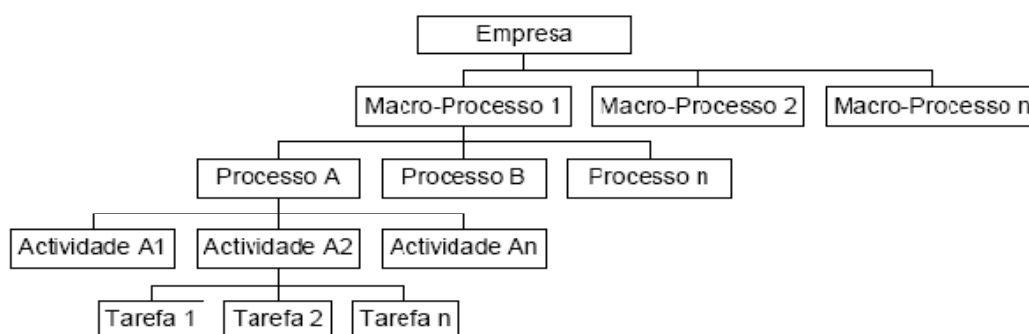
### 3.1.10. Método Miarao

Esta metodologia desenvolvida por Antunes (2009) adota os princípios da “Abordagem por Processos” considerada em vários referenciais, de entre os quais, na NP EN ISO 9001:2000.

O método define uma abordagem em que as actividades da organização são identificadas. Isto é, as entradas, as funções e as saídas de cada processo são processadas e identificadas e, conseqüentemente, as saídas constituirão uma entrada para outro processo e assim sucessivamente. Assim, todas as saídas de um processo devem ter uma correspondente entrada no seguinte, garantindo-se desta forma que não haverá elementos que não sejam adequadamente tratados.

O nível de detalhe dependerá sempre do que se pretende analisar no funcionamento do sistema. De acordo com Antunes (2009), a hierarquia proposta adota a noção de árvore representada na Figura 5, onde são considerados quatro tipos de elementos:

- a) Macro-processo - associação de vários processos que possuem uma determinada afinidade entre si;
- b) Processo - associação de várias actividades que estão inter-relacionadas;
- c) Actividade - associação de tarefas que são desenvolvidas com uma determinada ordem, com o objectivo de atingir os resultados esperados por essa actividade;
- d) Tarefa - elemento básico do sistema.



**Figura 5 – Árvore de processos (Antunes, 2009)**

Conhecidas as actividades e operações de trabalho, são identificadas as componentes que estão relacionadas com as vertentes ambiental e ocupacional:

- 1) Identificação dos materiais utilizados, reacções químicas e aspectos físicos existentes;
- 2) Máquinas e equipamentos utilizados;
- 3) Recursos energéticos utilizados;
- 4) Condições de trabalho;
- 5) Aspectos relacionados com a envolvimento da operação em estudo;
- 6) Procedimentos de protecção de impactos ambientais existentes;
- 7) Procedimentos de protecção de riscos existentes;
- 8) Potenciais falhas de equipamentos e sistemas de prevenção;

Para cada componente são criados sub-elementos que vão permitir avaliar de forma singular e conjunta os riscos identificados.

Na vertente ocupacional devem ser analisadas as condições de trabalho para identificar os aspectos que se possam traduzir em riscos. Os resultados dessa análise são compilados na Tabela 21.

A avaliação da significância do impacte e o consequente Índice de Risco (IR) terá em linha de conta três factores:

- 1) a gravidade dos impactes, desdobrada em:
  - a) quantificação do aspecto conjugado com o nível de perigosidade,
  - b) extensão do impacte;
- 2) a probabilidade de ocorrência, desdobrada em:
  - a) exposição / frequência de ocorrência do componente,
  - b) desempenho dos sistemas de prevenção e controlo,
  - c) os custos e a complexidade técnica das medidas de prevenção / correcção do aspecto.

Desta forma, os riscos que poderão ocorrer com uma probabilidade elevada associados a uma gravidade elevada com medidas de correcção de baixo custo terão um elevado índice de significância.

Os parâmetros a ter em conta na avaliação da significância do impacte são cinco (Tabela 22):

- 1) gravidade (G) / quantificação (Q) do componente conjugado com o nível de perigosidade (P);
- 2) extensão do impacto (E);
- 3) exposição / frequência de ocorrência do componente (EF);
- 4) desempenho dos sistemas de prevenção e controlo (PC);  
custos e complexidade técnica das medidas de prevenção / correcção do componente (C).

**Tabela 21 - Tabela de identificação de aspectos e de avaliação de impactos (Antunes, 2009)**

Processo	Sub-Processo / Operação	Aspecto	Caracterização do Aspecto	Condições de Operação			Impacte	Tipo de Impacte	Avaliação de Significância					IR
				N	P	A			G (Q+P)	E	EF	PC	C	

Em função do tipo de impacte em estudo, ambiental ou ocupacional, devem considerar-se os respectivos critérios de avaliação que se encontram sistematizados na Tabela 22 e na Tabela 23, respectivamente. A pontuação do Índice de Risco (IR) é obtida pela multiplicação da pontuação de cada um dos parâmetros.

$$IR = G \times E \times EF \times PC \times C$$

**Tabela 22 – Parâmetros do índice de risco (Antunes, 2009)**

<b>G</b>	é a gravidade (quantificação do aspecto, Q, conjugada com o nível de perigosidade, P);
<b>E</b>	é a extensão do impacto;
<b>EF</b>	é a exposição/frequência de ocorrência do aspecto;
<b>PC</b>	é o desempenho dos sistemas de prevenção e controlo;
<b>C</b>	é os custos e complexidade técnica das medidas de prevenção / correcção do aspecto.

A pontuação total varia entre 1 e 1800 dentro de 4 níveis de risco em função da seguinte pontuação indicada na Tabela 23.

**Tabela 23 – Níveis de índice de risco (Antunes, 2009)**

Nível	Pontos
1	90
2	91 e 250
3	251 e 500
4	501 e 1800

Concluída a fase de caracterização, deve-se sintetizar a informação relativa aos aspectos na Tabela 22, sendo importante efectuar sempre uma análise crítica dos resultados para determinar eventuais erros de pontuação. Na Tabela 24 são sintetizados os parâmetros de avaliação considerados na avaliação de impactes ambientais assim como as classificações atribuídas a cada um dos níveis.

**Tabela 24 - Parâmetros de avaliação para os riscos de segurança e higiene ocupacionais (Antunes, 2009)**

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	TIPO DE ASPECTO	DESCRIÇÃO	VALOR
<b>Gravidade do aspecto - (G)</b>	Todos os aspectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substâncias explosivas, oxidantes, muito tóxicas (T+), cancerígenas e com efeitos na reprodução;</li> <li>- Substâncias associadas às frases de risco: R1 a R9, R14, R16, R18, R19, R26 a R28, R32, R33, R39, R45 a R49, R60 a R64, R26/27, R26/28, R26/27/28, R27/28, R39/26, R37/27, R39/28, R39/26/27, R39/26/28, R39/27/28, R39/26/27/28;</li> <li>- Excede em mais de 250% o valor limite aplicável / valores de referência;</li> <li>- Aspectos que podem causar morte ou lesão com incapacidade permanente absoluta.</li> </ul>	10
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substâncias extremamente inflamáveis, tóxicas (T), sensibilizantes e corrosivas;</li> <li>- Substâncias com identificação de risco: R12, R15, R23, R24, R25, R29, R31, R34, R35, R40, R41, R42, R43, R14/15, R15/29, R23/24, R23/25, R23/24/25, R24/25, R39/23, R39/24, R39/25, R39/23/24, R39/23/25, R39/24/25, R39/23/24/25, R42/43, R48/23, R48/24, R48/25, R48/23/24, R48/23/25, R48/24/25, R48/23/24/25;</li> <li>- Entre 151% e 250% do valor limite aplicável / valores de referência;</li> <li>- Aspectos que podem causar lesões graves, com incapacidade temporária absoluta ou permanente parcial, mas de pequena percentagem.</li> </ul>	5
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substâncias facilmente inflamáveis e nocivas (Xn);</li> <li>- Substâncias com identificação de risco R11, R17, R20, R21, R22, R65, R20/21, R20/22, R20/21/22, R21/22, R48/20, R48/21, R48/22, R48/20/21, R48/20/22, R48/21/22, R48/20/21/22, R68/20, R68/21, R68/22, R68/20/21, R68/20/22, R68/21/22, R68/20/21/22;</li> <li>- Entre 101% e 150% do valor limite aplicável / valores de referência;</li> <li>- Aspectos causadores de lesões menores com incapacidade temporária parcial mas de baixa gravidade.</li> </ul>	3
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substâncias inflamáveis;</li> <li>- Substâncias irritantes (Xi) ou produtos sem identificação de risco mas com limites aplicáveis (entre 51 % até 100% do valor limite aplicável);</li> <li>- Substâncias com identificação de risco R10, R36, R37, R38, R66 a R68, R36/37, R36/37/38, R37/38;</li> <li>- Aspectos que podem causar lesões pequenas sem qualquer tipo de incapacidade.</li> </ul>	2
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substâncias que não apresentam perigosidade;</li> <li>- Até 50% do valor limite aplicável / valores de referência;</li> <li>- Aspectos que não causam lesões.</li> </ul>	1

PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO	TIPO DE ASPECTO	DESCRIÇÃO	VALOR
Extensão do impacto - (E)	Aplicável a todos os aspectos	- Aspecto cuja extensão atinge mais do que 80% dos trabalhadores afectos a esse processo.	4
		Aspecto cuja extensão atinge entre 51 a 80% dos trabalhadores afectos a esse processo.	3
		Aspecto cuja extensão atinge entre 11 a 50% dos trabalhadores afectos a esse processo.	2
		Aspecto cuja extensão atinge até 10 % dos trabalhadores afectos a esse processo.	1
Exposição/frequência de ocorrência do aspecto - (EF)	Aplicável a todos os aspectos	Ocorrência contínua ou com periodicidade alta, correspondente às condições normais de operação (N).	3
		Ocorrência periódica – operação de arranque, paragem ou condições de operação anormais (P).	2
		Ocorrência reduzida – correspondente a situações de emergência, acidentais ou pontuais (A).	1
Desempenho dos sistemas de prevenção e controlo - (PC)	Aplicável a todos os aspectos	Não existe um sistema de prevenção e controlo implementado.	5
		Existe um sistema de controlo implementado mas sem evidências da sua adequada funcionalidade.	4
		Não existe um sistema de prevenção mas sim um sistema de controlo implementado que é funcional.	3
		Existe um sistema de prevenção e controlo implementado mas não existem evidências objectivas da sua adequada funcionalidade.	2
		Há um sistema de prevenção e controlo implementado e evidências da sua adequada funcionalidade.	1
Custos e complexidade técnica de prevenção/ correcção do aspecto - (C)	Aplicável a todos os aspectos	Metodologia de prevenção/correcção com custo e complexidade técnica reduzidas.	3
		Metodologia de prevenção/correcção com custo e complexidade técnica médias.	2
		Metodologia de prevenção/correcção com custo e complexidade técnicas elevadas.	1

### 3.2.Síntese comparativa

Na Tabela 25 apresenta-se uma descrição das vantagens e desvantagens dos métodos apresentados. Pelo exposto nesta Tabela e nos pontos anteriores, pode-se afirmar que a Avaliação de Riscos constitui o elemento central de todo o processo de prevenção, ao possibilitar conhecer a existência dos riscos, bem como a sua natureza, e contribuindo com medidas para intervenções preventivas adequadas.

**Tabela 25 – Síntese comparativa dos métodos apresentados.**

Método	Vantagens	Desvantagens
<b>Hazop</b>	Técnica sistemática e abrangente. O método envolve um plano detalhado de execução do mesmo, que invariavelmente aplica palavras guia e parâmetros a todas as tarefas no processo.	Método demorado e caro. A maior parte de actividades contém um grande número de tarefas, as quais têm que ser examinadas pela aplicação de várias palavras-chave e parâmetros.
	Examina as consequências das falhas que poderão ajudar a equipa de avaliação de riscos na realização de recomendações de medidas para minimizar ou mitigar o risco.	Necessita que o projecto esteja detalhado para se poder executar um estudo completo. Para executar totalmente o estudo, o processo tem de ser projectado a um nível a que todas as tarefas estejam detalhadas com as suas condições operacionais.



Método	Vantagens	Desvantagens
		São necessárias palavras-chave adicionais para riscos excepcionais e para perigos específicos que não são cobertos pelas palavras-chave gerais.
<b>What if...?</b>	Fácil de aplicar. O princípio por detrás da técnica é simples e, portanto, pode ser facilmente aplicada a um processo.	São necessários avaliadores experientes, para identificar os perigos e consequentes riscos. O princípio é simples, porém é necessário ter experiência para fazer todas as perguntas necessárias, para que nenhum perigo/risco possa ser esquecido.  Demorado para processos complexos.
<b>Análise Preliminar de Riscos</b>	É um método que facilita a posterior construção das árvores de falhas e árvores de eventos. A técnica pode ser utilizada para identificar os eventos das árvores de falhas para que assim possam ser desenvolvidas.  Identifica sistematicamente os cenários de acidentes. É um processo linear e metódico que poderá ser aplicado a possíveis desvios na identificação das tarefas líderes.  Fácil de executar, devido ao seu esquema metódico e baixo nível de pormenor.  Auxiliar de um processo mais seguro. Os riscos são identificados nos estágios iniciais.	É um método que não identifica todas as causas.  Identifica e analisa apenas os riscos de acidentes graves, porque quando é aplicada só disponibiliza informações sobre os riscos mais graves.
<b>Árvore de Falhas</b>	É um método capaz de produzir resultados quantitativos.  Mostra uma representação lógica da sequência dos eventos. A representação pictórica do caminho indica a sequência lógica dos acontecimentos que conduziram ao incidente.  Pode ser usado para avaliar uma ampla gama de falhas (falhas de hardware,	Método demorado e caro para sistemas complexos. Cada evento tem que decorrer de situações do nível inferior.  É necessária uma equipa de avaliação experiente. Os eventos deverão ser devidamente identificados para que não ocorram erros na construção da árvore.  Um estudo preliminar pode ter de ser realizado. Por vezes com esta técnica não é fácil identificar

Método	Vantagens	Desvantagens
	software e humanas, sendo o processo facilmente incorporado em toda a lógica do processo).	os eventos/factores.
<b>Matriz de Falhas</b>	Pode ser usado como um princípio para a utilização de técnicas mais detalhadas. Esta técnica identifica os riscos em áreas que requerem uma avaliação por uma técnica mais detalhada de identificação de perigos.	<p>Este método só identifica os riscos correspondentes à interação de dois componentes. A técnica apenas examina o que ocorre quando o contacto de dois componentes ocorre.</p> <p>Poderá falhar a identificação de alguns riscos, devido às informações disponíveis que poderão ser limitadas.</p> <p>A apresentação dos resultados na matriz pode ser confusa, a menos que sejam tomadas as precauções adequadas. Para um processo complexo, o tamanho da matriz produzida pode ser extremamente grande.</p>
<b>FMEA</b>	Realiza uma revisão sistemática do processo. A metodologia detalhada está disponível para avaliar as actividades item por item.	<p>Pode ser demorado e caro.</p> <p>Dificuldade em encontrar todos os modos de falha.</p> <p>Requer uma grande quantidade de dados. As actividades precisam de ser desenvolvidas antes que a técnica também possa ser utilizada.</p>
<b>MIARAO</b>	Este método permite uma análise detalhada ou superficial. Pode ser usado para avaliar uma ampla gama de falhas.	<p>É um método orientado para riscos ambientais ou ocupacionais com origem na extinção de agentes químicos.</p> <p>Não define de uma forma clara os perigos e os riscos.</p>

Na maior parte dos casos, a legislação não determina que tipo de método de Avaliação de Risco deve ser utilizado, pelo que a selecção deve ser adequada ao nível de complexidade do sistema em análise.

Na realidade, na bibliografia consultada sobre Avaliação de Riscos, a maioria dos estudos e publicações centra-se no sector industrial, envolvendo particularmente os métodos de Avaliação de Risco de natureza quantitativa. No que diz respeito a este tipo

de avaliações foi possível encontrar, na pesquisa bibliográfica efectuada, orientações detalhadas que vão desde os procedimentos gerais de uma Avaliação de Riscos (etapas, conceitos, características) às orientações específicas, em função do contexto da sua aplicação (processo químico, industrial, nuclear, petrolíferas, etc.). Em contrapartida, as avaliações qualitativas ou semi-quantitativas são muito menos exploradas, já que foram escassos os trabalhos científicos encontrados. À excepção do método de William T. Fine, constata-se que a maioria das abordagens apresenta um carácter empírico, sendo da responsabilidade de cada empresa/instituição ou organização elaborar as suas próprias grelhas de valoração do risco, à luz das respectivas especificidades e no âmbito do seu sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho.

Apesar da liberdade existente na aplicação da avaliação semi-quantitativa, a literatura é unânime no que respeita ao facto de considerar que as matrizes utilizadas devem ser capazes de fazer a discriminação entre os diferentes níveis de risco presentes numa dada situação, imputando às escalas utilizadas (de *Probabilidade* e *Gravidade*) a respectiva responsabilidade no alcance desse objectivo (Gadd et al., 2003).

Deste modo no desenvolvimento do caso prático optou-se pela utilização do Método “Espanhol” - Sistema Simplificado de Avaliação de Riscos de Acidente: NTP 330 por ser um método de quatro níveis, capaz de determinar os eventos não desejados nas técnicas construtivas propostas.

# **Capítulo 4 – Caso de Estudo**

### 4. CASO DE ESTUDO

#### 4.1. Enquadramento

O objecto deste estudo foi uma empreitada de **“Remodelação da Rede de Abastecimento de Água”** na cidade do Porto, que visou a requalificação da rede de abastecimento de água. Nesta remodelação recorreu-se a duas técnicas construtivas: o método tradicional (abertura de vala e instalação da conduta) e o método de rebentamento da conduta (Pipe Bursting).

O principal objectivo deste caso de estudo foi avaliar os riscos das actividades de abertura de valas, assentamento de tubagem, pavimentações e rebentamento da conduta, através do método tradicional e do método de Pipe bursting.

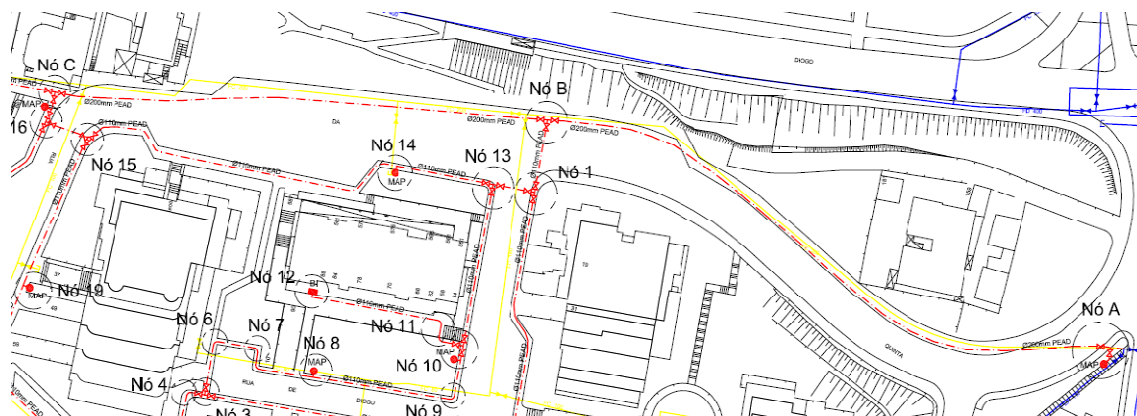
#### 4.2. Descrição das zonas de intervenção e trabalhos a desenvolver

##### 4.2.1. Descrição da rede

Os trabalhos que são propostos no decurso da empreitada justificam-se pelo facto da rede de abastecimento de água existente nestes arruamentos estar em mau estado de conservação, sendo necessário substituí-la.

Os arruamentos intervencionados situam-se na zona média ocidental da cidade do Porto (Figura 6). A rede é emalhada de modo a permitir uma gestão mais eficaz do abastecimento e assim reduzir ou evitar um término de rede sem continuidade, razões que estão na origem de alterações da qualidade da água e que aumentam as probabilidades de encravamento dos contadores.

Toda a rede foi projectada de modo a permitir a instalação da tubagem e minimizar os períodos pontuais de suspensão de abastecimento de água devido aos trabalhos de interligação das condutas.



**Figura 6 – Planta da rede executada**

Sempre que possível, as condutas distribuidoras foram instaladas nos passeios ou, no caso das travessias e dos locais em que não existe passeio, no arruamento, mas nunca a uma distância inferior a 0,80 metros dos limites da propriedade. A conduta adutora foi instalada no arruamento.

Dado tratar-se de uma substituição de tubagem não houve motivo para a alteração da profundidade das condutas, sendo as condutas instaladas a uma profundidade entre os 0,80m e 1,50m. Assim, sempre que possível, as condutas de Ø 110mm e Ø 160mm foram instaladas a 0,80m de profundidade e a conduta Ø 200mm foi instalada a 1,20m de profundidade.

A rede agora projectada é constituída por condutas em PEAD, cujos diâmetros variam entre o Ø 200 mm em (300 m) de extensão, o Ø 160 mm em (310 m) de extensão e o Ø 110mm em (3.480 m) de extensão, que asseguram, dada a população a servir, uma continuidade do fornecimento de água, garantindo-se nos dispositivos das diferentes redes prediais uma pressão dinâmica situada entre os 100 e 600 Kpa, os acessórios são em ferro fundido dúctil flangeados.

### 4.3. Instalação da conduta de água: método tradicional

#### 4.3.1. Descrição dos trabalhos

A implantação das condutas de água é feita num plano superior ao dos colectores de águas residuais domésticas e a uma distância não inferior a 1 metro, de forma a garantir uma protecção eficaz contra possível contaminação.

Para assentamento das tubagens são abertas valas com meios mecânicos, devendo o leito das mesmas ser devidamente desempenado. Quando este for rochoso, a tubagem é assente sobre almofada de areia, com 15 cm de espessura. O aterro deve ser executado por camadas com espessura máxima de 20 cm, convenientemente regadas e compactadas.

Os ramais domiciliários são em PEAD e executados de acordo com as peças desenhadas.

Os hidrantes a empregar são os habitualmente utilizados na cidade do Porto, ressalvando-se que as BI têm tomada storz de  $\varnothing$  50 mm e as BI enterradas têm tomada storz de  $\varnothing$  100mm, de acordo com indicação do Batalhão de Sapadores Bombeiros (BSB).

As ligações à rede existente serão efectuadas em períodos em que os cortes ao abastecimento afectavam o menor número de consumidores e pelo menor intervalo de tempo.

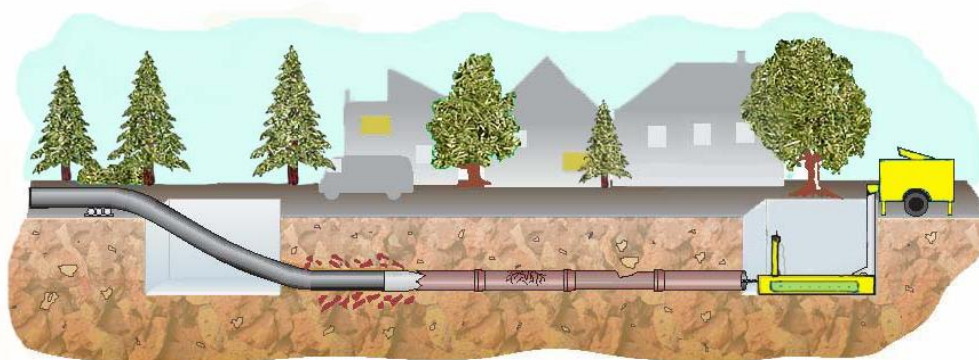
Na reposição dos pavimentos, inicialmente procede-se à aplicação de uma camada de regularização "Binder" com uma espessura de 0.10m, para depois se proceder à aplicação de uma camada de "desgaste", mistura de betão betuminoso, com recurso a uma pavimentadora e numa espessura, após compactação, de 0.08m. O método de compactação será a passagem de um cilindro de pneus e posterior passagem de cilindro de rolos lisos, logo que o betuminoso arrefeça (temperatura próxima dos 120°).

#### **4.4.Instalação da conduta de água por rebentamento da conduta: Pipe Bursting**

##### **4.4.1. Descrição dos trabalhos**

Este método permite a introdução de uma nova conduta em PEAD sem que para isso seja necessário proceder a abertura de vala. A nova conduta em PEAD será introduzida no lugar da antiga destruindo-a ao mesmo tempo que é introduzida (Figura 7). É de realçar que a aplicação desta tecnologia para além de não ter necessidade de abertura de vala permite a introdução de troços diários superiores a 100m.

Este método, em comparação com a instalação tradicional de tubagens, permite reduzir o tempo de empreitada, não perturbando o tráfego, reduzindo ao mínimo os danos provocados na via pública, provocando menores danos ambientais, reduzindo a perturbação a negócios/lojas e não provocando qualquer contaminação das tubagens durante a sua instalação, acrescido da vantagem de não haver necessidade de repor os pavimentos na sua totalidade (Cholewa, 2009).



**Figura 7 – Esquema explicativo do processo Pipe bursting**

##### **4.4.2. Preparação do by-pass**

Com o objectivo de minimizar o tempo que os utentes estão sem água executa-se um by-pass à conduta. Em primeiro lugar, realiza-se a identificação dos ramais existentes e seguidamente procede-se à abertura das valas para que se possa ligar todos os ramais existentes ao by-pass.



Simultaneamente, aproveitam-se as aberturas dos by-pass para a execução dos ramais novos e respectivos nós. Assim, os utentes apenas ficarão sem água no momento em que se estiver a efectuar a ligação ao seu ramal.

### 4.4.3. Substituição por rebentamento (Pipe-Bursting)

A remodelação das tubagens obsoletas pela técnica de Pipe-Bursting é utilizada recentemente em Portugal, mas é já usada na Europa desde os anos 80. A primeira fase dos trabalhos consiste na escavação de dois poços (poços de ataque), um a montante e outro a jusante do troço que se vai remodelar (Figura 8).



**Figura 8 – Poço de ataque**

Seguidamente procede-se à instalação do tubo guia no interior da conduta que se vai remodelar. Após a introdução do tubo guia, é acoplado ao mesmo uma cabeça de corte, juntamente com um expansor, que irá ser tracionado pelo equipamento, provocando desta forma o “rebetamento” da conduta existente e permitindo então que a nova conduta seja introduzida (Figura 9).

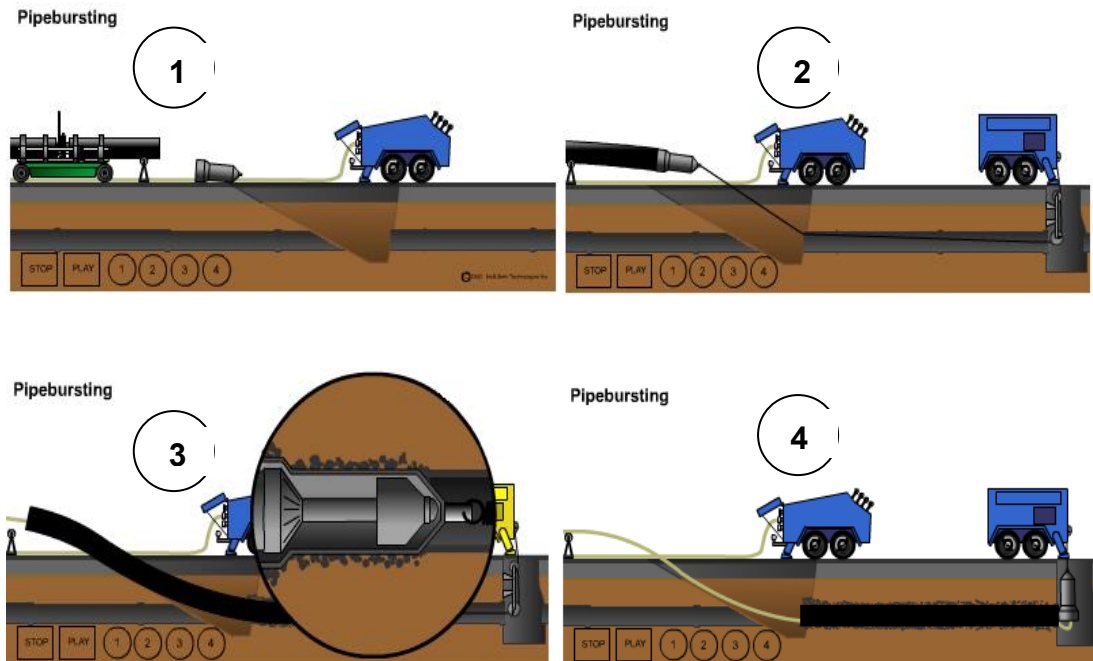


Figura 9 – Fases do rebentamento

A tubagem de PEAD a instalar nos troços é previamente soldada de forma a que se possa traccionar sem interrupções. É de salientar que a tubagem a instalar por *Pipe Bursting* deverá ser a mais contínua possível, devendo ser soldada topo a topo de forma a evitar possíveis pontos de atrito, causados por exemplo pelas uniões electrosoldáveis (Figura 10).

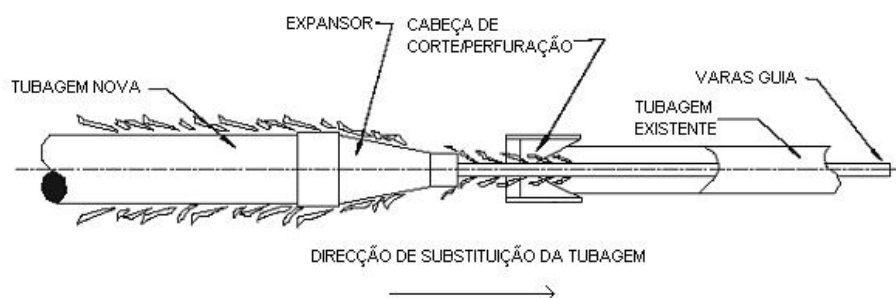


Figura 10 – Esquema do processo de rebentamento de condutas

#### 4.4.4. Ramais de Distribuição Domiciliários (Pipe-Bursting)

Apesar do tubo principal ser instalado sem ser necessário a abertura de valas, para a substituição de um ramal é necessária a abertura de uma pequena vala. Assim, a

execução de ramais com a técnica de Pipe-Bursting é bastante similar à instalação tradicional.

O pavimento existente será levantado, procedendo-se seguidamente às escavações, quer por utilização de equipamento mecânico, retroescavadora ou manual, quando as circunstâncias não permitirem a utilização de meios mecânicos. Na execução destes trabalhos serão tomadas as medidas adequadas de sinalização e balizamento da área de trabalhos para que os mesmos decorram em condições de segurança, quer para os trabalhadores do adjudicatário, quer para os utentes da via pública.

Em pontos em que tal se considere necessário, serão efectuadas escavações exploratórias, de modo a identificar a posição de infra-estruturas existentes.

Em seguida, serão montadas as tubagens e acessórios projectados, que ficarão devidamente assentes no leito das valas, aterradas e pavimentadas, até à efectivação e consequente aprovação dos ensaios exigidos.

Após esta fase, as valas serão completamente aterradas e devidamente compactadas. Caso existam troços em que não se verifique o recobrimento mínimo, será executado um reforço com cobertura de betão. Os materiais sobrantes desta actividade serão transportados para vazadouro.

Finalmente serão repostos os pavimentos de modo a restaurá-los de acordo com a sua condição original.

### **4.5.Avaliação de riscos**

#### **4.5.1. Avaliação de riscos das actividades**

Realizada a avaliação de riscos das diferentes tarefas inerentes à instalação da conduta de água, procedeu-se à análise dos resultados obtidos para a:

- Instalação com recurso ao método tradicional da conduta de água.
- Instalação da conduta de água por Pipe Bursting.
- Comparação dos resultados obtidos.

Conforme já se referiu, aplicou-se o método NTP 330 (Sistema simplificado de avaliação de riscos de acidentes) para avaliar os riscos dos dois processos de remodelação da rede de água, cujas matrizes de identificação de perigos e avaliação de riscos se apresentam nos quadros seguintes.

## MATRIZ DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E AVALIAÇÃO DE RISCOS

Actividade N.º	1	Abertura de valas por meios mecânicos
----------------	---	---------------------------------------

N. de Ordem	Actividades/Operações/Equipamentos		Análise de Riscos		Avaliação do Risco						Medidas Preventivas/Correctivas
	Perigo	Condições de Operação N-Normal A-Anormal E-Emergência	Riscos	Consequências	Nível de exposição (NE)	Nível de deficiência (ND)	Nível de probabilidade (NP= NExND)	Nível de consequência (NC)	Magnitude do Risco (R=NPxNC)	Prioridade de Intervenção	
1.1	Trabalhos de escavação				1- Esporádica (EE) 2- Ocasional (EO) 3- Frequente (EF) 4- Continuada (EC)	0- Aceitável (A) 2- Melhorável (M) 6- Deficiente (D) 10- Muito deficiente(MD)	1- Baixa (B) 2- Média (M) 3- Alta (A) 4- Muito alta (MA)	10- Leve (L) 25- Grave (G) 60- Muito Grave(MG) 100- Mortal ou catastrófico (M)			
		N-Normal	Contacto com linhas eléctricas aéreas ou enterradas	Electrocussão	1	10	10	100	1000	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Sinalização/SIF
		N-Normal	Projectção de objectos durante o trabalho	Lesões múltiplas	2	6	12	25	300	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Colocação de protecções laterais/Sinalização/SIF
		N-Normal	Queda de pessoas da máquina	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Acesso condicionado/Colocação de protecções laterais/Sinalização/SIF
		N-Normal	Entalamento em objectos	Morte	2	6	12	100	1200	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Delimitação de zonas; Sinalização; SIF
		N-Normal	Colisão entre máquinas	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Delimitação de zonas de circulação; Sinalização/SIF
		N-Normal	Quedas ao mesmo nível	Lesões múltiplas	2	2	4	10	40	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Quedas de pessoas a nível diferente	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF

N. de Ordem	Actividades/Operações/Equipamentos		Análise de Riscos		Avaliação do Risco						
	Perigo	Condições de Operação N-Normal A- Anormal E- Emergência	Riscos	Consequências	Nível de exposição (NE) 1- Esporádica (EE) 2- Ocasional (EO) 3- Freqüente (EF) 4- Continuada (EC)	Nível de deficiência (ND) 0- Aceitável (A) 2- Melhorável (M) 6- Deficiente (D) 10- Muito deficiente(MD)	Nível de probabilidade (NP= NExND) 1- Baixa (B) 2- Média (M) 3- Alta (A) 4- Muito alta (MA)	Nível de consequência (NC) 10- Leve (L) 25- Grave (G) 60- Muito Grave(MG) 100- Mortal ou catastrófico (M)	Magnitude do Risco (R=NPxNC)	Prioridade de Intervenção 1 - Situação crítica. Requer correcção urgente. 2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo. 3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade. 4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	Medidas Preventivas/Correctivas
		N-Normal	Desmoronamento de terras	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Exposição a vibrações	Síndrome Canal-Cárpico	1	6	6	25	150	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Uso de luvas; Sinalização; SIF
		N-Normal	Projeção de partículas	Lesões oculares	2	6	12	60	720	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Utilização de viseira de protecção; SIF
		N-Normal	Soterramento	Morte	1	10	10	100	1000	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Delimitação de zonas; Sinalização; SIF
		N-Normal	Exposição ao Ruído	Surdez	2	6	12	60	720	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Utilização de auriculares; Sinalização; SIF
1.2	Transporte terras a aterro										
		N-Normal	Quedas de pessoas a nível diferente	Lesões múltiplas	2	2	4	10	40	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Atropelamento por máquinas ou camiões	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Contacto com linhas eléctricas aéreas ou enterradas	Electrocussão	1	10	10	100	1000	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Sinalização/SIF
		N-Normal	Colisão entre veículos	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Delimitação de zonas de circulação; Sinalização/SIF

## MATRIZ DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E AVALIAÇÃO DE RISCOS

Actividade N.º	2	Assentamento de tubagens
----------------	---	--------------------------

N. de Ordem	Actividades/Operações/Equipamentos		Análise de Riscos		Avaliação do Risco						Medidas Preventivas/Correctivas
	Perigo	Condições de Operação N-Normal A- Anormal E- Emergência	Riscos	Consequências	Nível de exposição (NE) 1- Esporádica (EE) 2- Ocasional (EO) 3- Frequente (EF) 4- Continuada (EC)	Nível de deficiência (ND) 0- Aceitável (A) 2- Melhorável (M) 6- Deficiente (D) 10- Muito deficiente(MD)	Nível de probabilidade (NP= NExND) 1- Baixa (B) 2- Média (M) 3- Alta (A) 4- Muito alta (MA)	Nível de consequência (NC) 10- Leve (L) 25- Grave (G) 60- Muito Grave(MG) 100- Mortal ou catastrófico (M)	Magnitude do Risco (R=NPxNC)	Prioridade de Intervenção 1 - Situação crítica. Requer correcção urgente. 2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo. 3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade. 4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	
1.1	Descarregamento de material										
		N-Normal	Quedas de pessoas a nível diferente	Lesões múltiplas	2	6	12	60	720	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Queda ao mesmo nível	Lesões múltiplas	2	2	4	10	40	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Queda de pessoas da máquina	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Queda de objectos sobre membros inferiores	Esmagamento	2	6	12	60	720	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Posturas ergonómicas incorrectas	Lesões musculoesqueléticas	1	2	2	10	20	4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Contactos com ganchos	Perfuração	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Contacto com linhas eléctricas aéreas	Electrocussão	1	10	10	100	1000	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Sinalização/SIF
		N-Normal	Colisão entre máquinas	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Delimitação de zonas de circulação; Sinalização/SIF

N. de Ordem	Actividades/Operações/Equipamentos		Análise de Riscos		Avaliação do Risco						
	Perigo	Condições de Operação N-Normal A- Anormal E- Emergência	Riscos	Consequências	Nível de exposição (NE) 1- Esporádica (EE) 2- Ocasional (EO) 3- Frequente (EF) 4- Continuada (EC)	Nível de deficiência (ND) 0- Aceitável (A) 2- Melhorável (M) 6- Deficiente (D) 10- Muito deficiente(MD)	Nível de probabilidade (NP= NExND) 1- Baixa (B) 2- Média (M) 3- Alta (A) 4- Muito alta (MA)	Nível de consequência (NC) 10- Leve (L) 25- Grave (G) 60- Muito Grave(MG) 100- Mortal ou catastrófico (M)	Magnitude do Risco (R=NPxNC)	Prioridade de Intervenção 1 - Situação crítica. Requer correcção urgente. 2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo. 3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade. 4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	Medidas Preventivas/Correctivas
		N-Normal	Atropelamento por máquinas ou camiões	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Delimitação de zonas de circulação; Sinalização/SIF
1.2	Compactação do terreno										
		N-Normal	Quedas de pessoas a nível diferente	Lesões múltiplas	2	6	12	60	720	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Queda ao mesmo nível	Lesões múltiplas	2	2	4	10	40	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	
		N-Normal	Queda de pessoas da máquina	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	
		N-Normal	Contacto com linhas eléctricas aéreas	Electrocussão	1	10	10	10	100	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Sinalização/SIF
		N-Normal	Colisão entre máquinas	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Delimitação de zonas de circulação; Sinalização/SIF
		N-Normal	Atropelamento por máquinas ou camiões	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Delimitação de zonas de circulação; Sinalização/SIF
		N-Normal	Exposição a vibrações	Síndrome Canal-Cárpico	2	6	12	25	300	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Uso de luvas; Sinalização; SIF
		N-Normal	Projectão de partículas	Lesões oculares	2	2	4	25	100	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Utilização de viseira de protecção; SIF
		N-Normal	Exposição ao Ruído	Surdez	2	2	4	25	100	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Utilização de auriculares; Sinalização; SIF
		N-Normal	Trabalhos com cilindro	Esmagamento	2	6	12	60	720	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Utilização de auriculares; Sinalização; SIF
		N-Normal	Choques entre veículos	Lesões múltiplas	2	6	12	60	720	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Utilização de auriculares; Sinalização; SIF
1.3	Colocação de tubagens										
		N-Normal	Quedas de pessoas a nível diferente	Lesões múltiplas	2	6	12	60	720	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF



## Capítulo 4

N. de Ordem	Actividades/Operações/Equipamentos		Análise de Riscos		Avaliação do Risco						
	Perigo	Condições de Operação N-Normal A- Anormal E- Emergência	Riscos	Consequências	Nível de exposição (NE) 1- Esporádica (EE) 2- Ocasional (EO) 3- Frequente (EF) 4- Continuada (EC)	Nível de deficiência (ND) 0- Aceitável (A) 2- Melhorável (M) 6- Deficiente (D) 10- Muito deficiente(MD)	Nível de probabilidade (NP= NExND) 1- Baixa (B) 2- Média (M) 3- Alta (A) 4- Muito alta (MA)	Nível de consequência (NC) 10- Leve (L) 25- Grave (G) 60- Muito Grave(MG) 100- Mortal ou catastrófico (M)	Magnitude do Risco (R=NPxNC)	Prioridade de Intervenção 1 - Situação crítica. Requer correcção urgente. 2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo. 3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade. 4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	Medidas Preventivas/Correctivas
		N-Normal	Queda ao mesmo nível	Lesões múltiplas	2	2	4	10	40	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Posturas ergonómicas incorrectas	Lesões musculoesqueléticas	2	2	4	25	100	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Soterramento	Morte	1	10	10	100	1000	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Delimitação de zonas; Sinalização; SIF
1.4	Aterro de vala										
		N-Normal	Quedas de pessoas a nível diferente	Lesões múltiplas	2	6	12	60	720	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Queda ao mesmo nível	Lesões múltiplas	2	2	4	10	40	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Posturas ergonómicas incorrectas	Lesões musculoesqueléticas	2	2	4	25	100	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Delimitação de zonas; Sinalização; SIF
		N-Normal	Soterramento	Morte	1	10	10	100	1000	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Delimitação de zonas; Sinalização; SIF

MATRIZ DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E AVALIAÇÃO DE RISCOS

Actividade N.º	3	Pavimentação com betuminoso quente
----------------	---	------------------------------------

N. de Ordem	Actividades/Operações/Equipamentos		Análise de Riscos		Avaliação do Risco						Medidas Preventivas/Correctivas
	Perigo	Condições de Operação N-Normal A-Anormal E-Emergência	Riscos	Consequências	Nível de exposição (NE) 1- Esporádica (EE) 2- Ocasional (EO) 3- Frequente (EF) 4- Continuada (EC)	Nível de deficiência (ND) 0- Aceitável (A) 2- Melhorável (M) 6- Deficiente (D) 10- Muito deficiente (MD)	Nível de probabilidade (NP= NExND) 1- Baixa (B) 2- Média (M) 3- Alta (A) 4- Muito alta (MA)	Nível de consequência (NC) 10- Leve (L) 25- Grave (G) 60- Muito Grave (MG) 100- Mortal ou catastrófico (M)	Magnitude do Risco (R=NPxNC)	Prioridade de Intervenção 1 - Situação crítica. Requer correcção urgente. 2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo. 3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade. 4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	
1.1	Desorganização na execução de trabalhos	N-Normal									
			Quedas ao mesmo nível	Lesões múltiplas	2	2	4	10	40	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
			Projeção de partículas	Lesões oculares	2	6	12	60	720	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
			Queda de objectos sobre membros inferiores	Esmagamento	2	6	12	60	720	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
1.2.	Elevadas temperaturas da misturas (>120º)										
		N-Normal	Contactos térmicos	Lesões múltiplas	3	2	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
1.3.	Posturas inadequadas, movimentos repetitivos										
		N-Normal	Posturas ergonómicas incorrectas	Lesões musculoesqueléticas	2	2	4	25	100	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Delimitação de zonas; Sinalização; SIF
1.4.	Movimentação de equipamentos										

Capítulo 4

N. de Ordem	Actividades/Operações/Equipamentos		Análise de Riscos		Avaliação do Risco						
	Perigo	Condições de Operação N-Normal A- Anormal E- Emergência	Riscos	Consequências	Nível de exposição (NE)  1- Esporádica (EE) 2- Ocacional (EO) 3- Frequente (EF) 4- Continuada (EC)	Nível de defeciência (ND)  0- Aceitável (A) 2- Melhorável (M) 6- Deficiente (D) 10- Muito deficiente(MD)	Nível de probabilidade (NP= NExND)  1- Baixa (B) 2- Média (M) 3- Alta (A) 4- Muito alta (MA)	Nível de consequência (NC)  10- Leve (L) 25- Grave (G) 60- Muito Grave(MG) 100- Mortal ou catastrófico (M)	Magnitude do Risco (R=NPxNC)	Prioridade de Intervenção  1 - Situação crítica. Requer correcção urgente. 2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo. 3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade. 4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	Medidas Preventivas/Correctivas
		N-Normal	Atropelamento por máquinas ou camiões	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Delimitação de zonas de circulação; Sinalização/SIF
		N-Normal	Entalamento em objectos	Morte	2	6	12	100	1200	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Delimitação de zonas; Sinalização; SIF
1.5.	Libertação de vapores de betume										
		N-Normal	Exposição a substâncias nocivas ou tóxicas	Lesões múltiplas	3	2	6	25	150	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	SIF

MATRIZ DE IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS E AVALIAÇÃO DE RISCOS

Actividade N.º	4	Pipe Bursting
----------------	---	---------------

N. de Ordem	Actividades/Operações/Equipamentos		Análise de Riscos		Avaliação do Risco						
	Perigo	Condições de Operação N-Normal A- Anormal E-Emergência	Riscos	Consequências	Nível de exposição (NE)	Nível de deficiência (ND)	Nível de probabilidade (NP= NExND)	Nível de consequência (NC)	Magnitude do Risco (R=NPxNC)	Prioridade de Intervenção	Medidas Preventivas/Correctivas
1.1	Trabalhos de escavação										
		N-Normal	Contacto com linhas eléctricas aéreas ou enterradas	Electrocussão	1	10	10	100	1000	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Sinalização/SIF
		N-Normal	Projectão de objectos durante o trabalho	Lesões múltiplas	2	6	12	25	300	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Colocação de protecções laterais/Sinalização/SIF
		N-Normal	Queda de pessoas da máquina	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Acesso condicionado/Colocação de protecções laterais/Sinalização/SIF
		N-Normal	Entalamento em objectos	Morte	2	6	12	100	1200	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Delimitação de zonas; Sinalização; SIF
		N-Normal	Colisão entre máquinas	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Delimitação de zonas de circulação; Sinalização/SIF
		N-Normal	Quedas ao mesmo nível	Lesões múltiplas	1	2	2	10	20	4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Quedas de pessoas a nível diferente	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Desmoronamento de terras	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF

## Capítulo 4

N. de Ordem	Actividades/Operações/Equipamentos		Análise de Riscos		Avaliação do Risco						
	Perigo	Condições de Operação N-Normal A- Anormal E-Emergência	Riscos	Consequências	Nível de exposição (NE)	Nível de defeciência (ND)	Nível de probabilidade (NP= NExND)	Nível de consequência (NC)	Magnitude do Risco (R=NPxNC)	Prioridade de Intervenção	Medidas Preventivas/Correctivas
					1- Esporádica (EE) 2- Ocasional (EO) 3- Frequente (EF) 4- Continuada (EC)	0- Aceitável (A) 2- Melhorável (M) 6- Deficiente (D) 10- Muito deficiente(MD)	1- Baixa (B) 2- Média (M) 3- Alta (A) 4- Muito alta (MA)	10- Leve (L) 25- Grave (G) 60- Muito Grave(MG) 100- Mortal ou catastrófico (M)		1 - Situação crítica. Requer correcção urgente. 2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo. 3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade. 4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	
		N-Normal	Exposição a vibrações	Síndrome Canal-Cárpico	1	6	6	25	150	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Uso de luvas; Sinalização; SIF
		N-Normal	Projeção de partículas	Lesões oculares	2	6	12	60	720	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Utilização de viseira de protecção; SIF
		N-Normal	Soterramento	Morte	1	10	10	100	1000	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Delimitação de zonas; Sinalização; SIF
		N-Normal	Exposição ao Ruído	Surdez	2	6	12	60	720	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Utilização de auriculares; Sinalização; SIF
1.2	Transporte terras a aterro										
		N-Normal	Quedas de pessoas a nível diferente	Lesões múltiplas	2	2	4	10	40	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Atropelamento por máquinas ou camiões	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Contacto com linhas eléctricas aéreas ou enterradas	Electrocussão	1	10	10	100	1000	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Sinalização/SIF
		N-Normal	Colisão entre veículos	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Delimitação de zonas de circulação; Sinalização/SIF
1.3	Pipe Bursting										
		N-Normal	Soterramento	Morte	1	10	10	100	1000	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Delimitação de zonas; Sinalização; SIF
		N-Normal	Entalamento em objectos	Morte	3	6	18	100	1800	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Delimitação de zonas; Sinalização; SIF
		N-Normal	Quebra de hidráulicos	Esmagamento	1	10	10	60	600	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Delimitação de zonas; Sinalização; SIF
		N-Normal	Quedas ao mesmo nível	Lesões múltiplas	1	2	2	10	20	4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
N. de Ordem	Actividades/Operações/Equipamentos		Análise de Riscos		Avaliação do Risco						

	Perigo	Condições de Operação N-Normal A-Anormal E-Emergência	Riscos	Consequências	Nível de exposição (NE) 1- Esporádica (EE) 2- Ocasional (EO) 3- Frequente (EF) 4- Continuada (EC)	Nível de deficiência (ND) 0- Aceitável (A) 2- Melhorável (M) 6- Deficiente (D) 10- Muito deficiente(MD)	Nível de probabilidade (NP= NExND) 1- Baixa (B) 2- Média (M) 3- Alta (A) 4- Muito alta (MA)	Nível de consequência (NC) 10- Leve (L) 25- Grave (G) 60- Muito Grave(MG) 100- Mortal ou catastrófico (M)	Magnitude do Risco (R=NPxNC)	Prioridade de Intervenção 1 - Situação crítica. Requer correcção urgente. 2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo. 3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade. 4 - Não intervir, salvo se uma análise mais precisa o justifique.	Medidas Preventivas/Correctivas
		N-Normal	Quedas de pessoas a nível diferente	Lesões múltiplas	1	6	6	60	360	2 - Corrigir e adoptar medidas de controlo.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Projecção de partículas	Lesões oculares	2	6	12	60	720	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Utilização de viseira de protecção; SIF
		N-Normal	Desmoronamento de terras	Lesões múltiplas	1	10	10	100	1000	1 - Situação crítica. Requer correcção urgente.	Organização posto de trabalho; Definição de caminhos de circulação; Sinalização; SIF
		N-Normal	Exposição ao Ruído	Surdez	2	2	4	25	100	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Utilização de auriculares; Sinalização; SIF
		N-Normal	Exposição a vibrações	Síndrome Canal-Cárpico	1	2	2	25	50	3 - Melhorar se possível. Seria conveniente justificar a intervenção e sua rentabilidade.	Uso de luvas; Sinalização; SIF

### 4.5.2. Análise e discussão de resultados

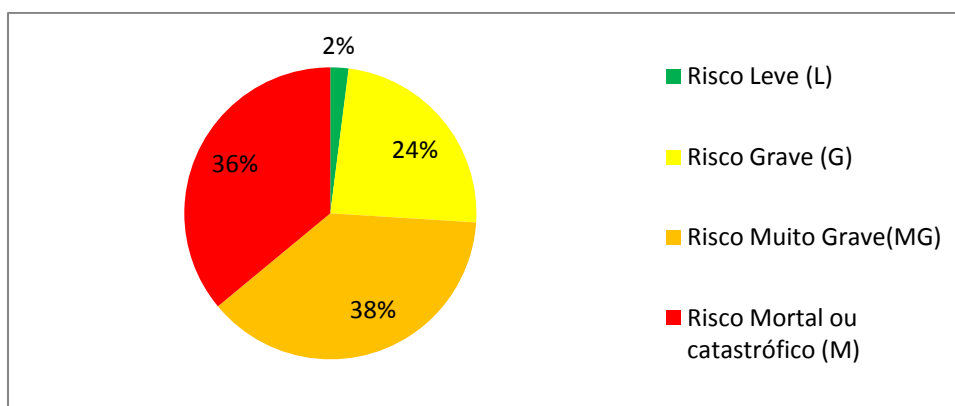
#### 4.5.2.1. Análise de resultados: método tradicional

Após a análise da avaliação de riscos referente à instalação de conduta de água pelo método tradicional, foi possível sintetizar os resultados, indicando-se na Tabela 26 as frequências relativas dos graus de risco obtidos pela aplicação do método de avaliação. Verifica-se que dos 50 riscos analisados, 1 apresenta um grau de risco leve, 12 apresentam um grau de risco grave, 19 apresentam um grau de risco muito grave e 18 risco mortal ou catastrófico.

**Tabela 26 - Instalação de conduta de água pelo método tradicional: frequência dos graus de risco.**

	Total
Total de riscos	50
Risco Leve (L)	1
Risco Grave (G)	12
Risco Muito Grave (MG)	19
Risco Mortal ou Catastrófico (M)	18

A partir do gráfico da Figura 11, é possível observar as percentagens de incidência segundo o grau de risco para o processo de instalação tradicional de conduta de água, verificando-se que o grau de risco muito grave tem uma incidência de 38% relativamente à totalidade dos riscos, o grau de risco grave 24% , o grau de risco leve 2% e o grau de risco mortal 36% relativamente à totalidade dos riscos.



**Figura 11 – Instalação da conduta de água pelo método tradicional: incidência dos graus de risco.**

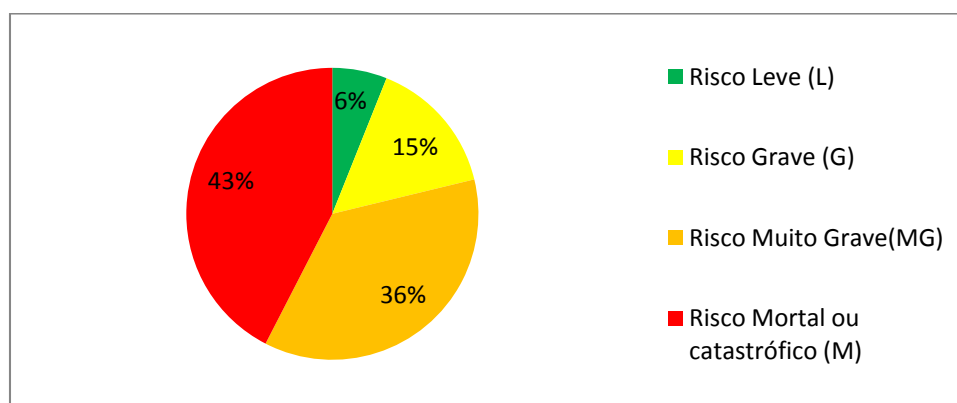
#### 4.5.2.2. Análise de resultados: Pipe Bursting

Após a análise da avaliação de riscos referente à instalação de conduta de água pelo método Pipe Bursting, foi possível sintetizar os resultados, indicando-se na Tabela 27 as frequências relativas dos graus de risco obtidos, pela aplicação do método de avaliação. Verifica-se que dos 33 riscos analisados, 2 apresentam um grau de risco leve, 5 apresentam um grau de risco grave, 12 apresentam um grau de risco muito grave e 14 risco Mortal ou Catastrófico.

**Tabela 27 – Instalação da conduta de água pelo método Pipe bursting: frequência dos graus de risco**

	Total
Total de riscos	33
Risco Leve (L)	2
Risco Grave (G)	5
Risco Muito Grave (MG)	12
Risco Mortal ou Catastrófico (M)	14

A partir do gráfico da Figura 12, é possível observar as percentagens de incidência segundo o grau de risco, para o processo de instalação de conduta de água por Pipe Bursting, obtendo-se: o grau de risco muito grave com uma incidência de 36% da totalidade dos riscos; 15% do grau de risco grave; 6% do grau de risco leve; e o grau de risco mortal com 43% da totalidade dos riscos.



**Figura 12 - Instalação da conduta de água pelo método Pipe bursting: incidência dos graus de risco.**



### 4.5.3. Comparação de resultados

Após a análise dos resultados da avaliação de riscos dos dois processos construtivos, pela aplicação do Método NTP330, para a valorização dos riscos presentes em cada processo, verifica-se por comparação da Tabela 26 com a Tabela 27, que o processo construtivo por *Pipe Bursting* tem menos riscos associados (33 riscos) quando comparado com o processo de instalação tradicional (50 riscos). Observou-se também que em ambos os processos construtivos há uma grande incidência de riscos de grau muito grave, sendo que em ambos o valor percentual é idêntico.

Da comparação dos resultados obtidos na Figura 11 e na Figura 12, pode-se observar que ambos os processos construtivos apresentam os mesmos quatro tipos de risco (Mortal, Muito Grave, Grave, Leve). É de realçar que a percentagem de risco Mortal é considerável qualquer que seja o processo construtivo utilizado (36% para o processo tradicional e 43% para *Pipe Bursting*). Para os dois métodos os riscos classificados como Muito Graves surgem com uma incidência de 38% e 36% respectivamente.

A elevada incidência de riscos de grau Mortal e Muito Grave demonstram que é extremamente importante investir na Segurança dos trabalhadores e equipamentos.

O método aplicado define que perante actividades de risco leve não é necessário intervir, salvo se uma análise mais precisa o justificar. Perante actividades de risco Grave é necessário melhorar tanto quanto possível, sendo conveniente justificar a intervenção e a sua rentabilidade. No caso de uma actividade de risco Muito Grave será conveniente parar ou não iniciar os trabalhos. Já nas actividades de risco Mortal onde se depara com uma situação crítica de carácter urgente, é necessária uma intervenção imediata até que sejam corrigidas e adoptadas medidas de controlo. A redução do risco deverá ser feita adoptando medidas que diminuam a probabilidade de ocorrência e minimizem a severidade dos perigos, nomeadamente estruturando um planeamento detalhado da execução das tarefas, dando informação aos trabalhadores com aumento de acções de formação e de fiscalização dos trabalhos, através de um acompanhamento mais activo.

## **Capítulo 5 – Conclusões e Perspectivas Futuras**

### 5. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

Com base na revisão bibliográfica e analisando as várias metodologias recomendadas e utilizadas, foi possível justificar a utilização da Avaliação de Riscos como um processo útil para garantir a segurança na construção/reabilitação de infra-estruturas de abastecimento de água.

Foi feita uma avaliação qualitativa de riscos, que analisou as várias actividades do processo construtivo de remodelação de condutas de água. A matriz apresentada permitiu avaliar e controlar em simultâneo vários perigos, presentes nas fases de construção/reabilitação da mesma. Da avaliação de riscos efectuada, de acordo com o método aplicado, resultaram valores para quatro graus de risco (Risco Mortal, Risco Muito Grave, Risco Grave e Risco Leve) cujas consequências são materializadas pela severidade do que pode ocorrer para o(s) trabalhador(es).

Este estudo permitiu concluir que o processo construtivo por *Pipe Bursting* tem menos riscos associados quando comparado ao processo tradicional. No entanto, o grau de risco em ambos os processos é idêntico, visto que apesar do primeiro ter menos riscos associados (33) comparativamente ao segundo (50), em termos de gravidade ambos apresentam percentagens idênticas. O facto de ambos os processos apresentarem grau de risco Mortal elevado (aproximadamente 43% para o *Pipe Bursting* e 36% para o Tradicional) obrigará a procurar outras soluções de forma a contornar este problema.

Para qualquer trabalho, independentemente da técnica de avaliação utilizada é importante ter uma noção quantitativa dos riscos. Esta ideia é fundamental para a determinação da gravidade associada ao risco e será importante na eliminação ou diminuição do nível de risco.

O desenvolvimento de um trabalho exaustivo nesta área ultrapassaria o tempo e o âmbito deste trabalho. No entanto, será útil no futuro comparar outros métodos construtivos de infra-estruturas, o que permitirá optar pelo que apresentar menos riscos

e aplicar o método NTP330 a outras áreas da construção para conhecer os processos com menos riscos associados e assim escolher o mais seguro para os trabalhadores e equipamentos.



## **Capítulo 6 - Bibliografia**

### 6. BIBLIOGRAFIA

- AEP. (2010). *Anuário Estatístico de Portugal 2010*. Instituto Nacional de Estatística, IP. Lisboa
- Antunes, A. (2009). *Metodologia integrada de avaliação de impactos ambientais e de riscos de segurança e higiene ocupacionais*. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de mestre em ESHO, FEUP, Portugal.
- Arnaldos, J; Dunjón, J; Fthenakis, V; Vélchez, J. (2009). *Hazard and operability (HAZOP) analysis. A literature review*. Journal of Hazardous Materials N° 173 Páginas 19-32, Elsevier.
- Belloví, M; Malagón, F. (S/ data). *NTP 330: Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente*. INSHT em <http://www.insht.es/>, consultado em 28/03/2011.
- Biermans, K.; Vansina, P. (2005). *PLANOP: a method for performing loss of containment analyses*. Industrial Safety Administration, Department for the Supervision of Chemical Risks, Federal Public Service Employment, Labour and Social Dialogue. Belgium.
- Cabral, F. (2010). *Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho*. 39ª Edição. Volume 1. Verlag Dashöver. Lisboa.
- Carvalho, Filipa. (2007). *Avaliação de risco estudo comparativo entre diferentes métodos de avaliação de risco, em situação real de trabalho*. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de mestre. Lisboa, Universidade Técnica de Lisboa – Faculdade de Motricidade Humana.

- Cholewa, J; Brachman, R; Moore, I; Take, W. (2009). *Ground Displacements from a Pipe-Bursting Experiment in Well-Graded Sand and Gravel*. Journal of geotechnical and geoenvironmental engineering. ASCE.
- Christou, M.; Amendola, A. e Smeder, M. (1999). *The control of major accident hazards: The land-use planning issue*. Journal of Hazardous Materials, n.º 65 e páginas 156-157.
- Contini, S. Bellezza, F. Christou, M. D. e Kirchsteiger, C. (2000). *The use of geographic information systems in major accident risk assessment and management*. Journal of Hazardous Materials n.º 78 e páginas 223–245.
- Dicionário de Inglês-Português. (1998). 3.ª Edição, Porto Editora.
- Ebrahimipour, V.; Rezaie, K.; Shokravi, S. (2009). *Expert Systems with Applications: An ontology approach to support FMEA studies*. Department of Industrial Engineering and Center of Excellence for Intelligent Experimental Mechanics, Faculty of Engineering, University of Tehran.
- Félix, R. (2009). *Uso de redes telemétricas no controlo do risco de infra-estruturas de abastecimento de água em zonas sísmicas*. Universidade dos Açores – Departamento de Biologia, Açores.
- Freitas, Luís. (2003). *Gestão da segurança e saúde no trabalho – Volume 1*. 1.ª Edição. Edições Universitárias Lusófonas, Lisboa.
- Freitas, Luís. (2008). *Segurança e saúde do trabalho*. 1.ª Edição. Lisboa, Edições Sílabo, Lda.
- Gadd, S; Deborah, K; Balmforth, H. (2003). *Good practice and pitfalls in risk assessment*. Sheffield, UK: Health & Safety Executive.



Geoff, W. (1996). *Hazard identification and risk assessment*. Institution of chemical engineers, 1.<sup>a</sup> Edição.

Gould, John; Glossop, Michael; Loannides, Agamemnon. (2005). *Review of hazard identification techniques*. Sheffield, Health & Safety Laboratory.

Hammer, Willie.(1989). *Occupational safety management and engineering*. 4.º Edition, editor Prentice-Hall International.

Hartlén, J.; Fällman, A.; Back, P.; Kemakta, C. (1999). *Principles for risk assessment of secondary materials in civil engineering work*. Stockholm: Swedish Environmental Protection Agency.

Holt, Allan. (2001). *Principles of construction safety*. Blackwell Science Ltd.

Kirchsteiger, C. (1997). *Impact of accident precursors on risk estimates from accident databases*. J. Loss Prev. Process Ind. Vol. 10. N.º 3. Páginas 159-167. Elsevier.

Mandarini, Marcos. (2005). *Segurança corporativa estratégica: fundamentos*. Editora Manole Lda.

NP EN ISO 9001:2000. Sistema de Gestão da Qualidade. Norma Portuguesa, 2ª Edição, IPQ, Dezembro de 2000.

NP4397:2008. Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde do trabalho. Norma Portuguesa, 2ª Edição, IPQ, Dezembro de 2008.

Nunes, Fernando (2009), *Segurança e Higiene do Trabalho*. Escola Profissional Gustave Eiffel. Cooptecnica.

OHSAS 1800:2007. Sistema de gestão *Occupational Health and Safety Assessment Services*.

Ophir, R; Rafael S; Yehiel, R; Hadassa, B. (2009). *Safety Science*. N.º 48. Páginas 491-498. Elsevier.

Roxo, Manuel (2003). *Segurança e saúde do trabalho: Avaliação e controlo de riscos*. 1.ª Edição. Coimbra, Edições Almedina.

Scipioni, A; Saccarola, G; Centazzo, A; Arena, F. (2002). *FMEA methodology design, implementation and integration with HACCP system in a food company*. Elsevier.

Silva, Sónia. (2006). *Metodologia FMEA e sua aplicação à construção de edifícios*. LNEC